



T. Petit. Phot.

Hilbig, Schützenberger, Paris.

Albert Gaudry

1827 - 1908

~~S. N. g. 110~~
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DIXIÈME



1910



090 020899 4

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI^e

1910

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LISTE DES ANCIENS PRÉSIDENTS

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(† indique les anciens Présidents décédés)

MM.	MM.
1830. } † AMI BOUÉ.	1859. † HÉBERT.
1830. } † DE ROISSY.	1860. † LEVALLOIS.
1831. † CORDIER.	1861. † SAINTE-CLAIRE-
1832. † BRONGNIART (Alex.).	DEVILLE (Ch.).
1833. † DE BONNARD.	1862. † DELESSE.
1834. † CONSTANT PRÉVOST.	1863. † GAUDRY (Albert).
1835. † AMI BOUÉ.	1864. † DAUBRÉE.
1836. † ÉLIE DE BEAUMONT.	1865. † GRUNER (L.).
1837. † DUFRÉNOY.	1866. † LARTET (Édouard).
1838. † CORDIER.	1867. † DE VERNEUIL.
1839. † CONSTANT PRÉVOST.	1868. † BELGRAND.
1840. † BRONGNIART (Alex.).	1869. † DE BILLY.
1841. † PASSY.	1870. } † GERVAIS (P.).
1842. † CORDIER.	1871. }
1843. † D'ORBIGNY (Alcide).	1872. † HÉBERT.
1844. † D'ARCHIAC.	1873. † DE ROYS (Marquis).
1845. † ÉLIE DE BEAUMONT.	1874. † COTTEAU.
1846. † DE VERNEUIL.	1875. † JANNETTAZ (Ed.).
1847. † DUFRÉNOY.	1876. † PELLAT (Ed.).
1848. † MICHELIN.	1877. † TOURNOUËR.
1849. † D'ARCHIAC.	1878. † GAUDRY (Albert).
1850. † ÉLIE DE BEAUMONT.	1879. † DAUBRÉE.
1851. † CONSTANT PRÉVOST.	1880. † DE LAPPARENT (Albert)
1852. † D'OMALIUS D'HALLOY.	1881. † FISCHER.
1853. † DE VERNEUIL.	1882. DOUVILLÉ (Henri).
1854. † D'ARCHIAC.	1883. † LORY (Ch.).
1855. † ÉLIE DE BEAUMONT.	1884. † PARRAN.
1856. † DESHAYES.	1885. † MALLARD.
1857. † DAMOUR.	1886. † COTTEAU.
1858. † VIQUESNEL.	1887. † GAUDRY (Albert).

MM.		MM.	
1888.	† SCHLUMBERGER.	1899.	DE MARGERIE (Emm.).
1889.	† HÉBERT.	1900.	† DE LAPPARENT (Albert)
1890.	† BERTRAND (Marcel).	1901.	CAREZ (Léon).
1891.	† MUNIER-CHALMAS.	1902.	HAUG (Émile).
1892.	MICHEL LÉVY.	1903.	BOULE (Marcellin).
1893.	ZEILLER.	1904.	TERMIER (Pierre).
1894.	GOSSELET.	1905.	† PERON (A.).
1895.	LINDER.	1906.	† BOISTEL (A.).
1896.	DOLLFUS (Gustave).	1907.	CAYEUX (L.).
1897.	BARROIS (Charles).	1908.	DOUVILLÉ (Henri).
1898.	BERGERON (Jules).	1909.	† JANET (Léon).

LAURÉATS DU PRIX VIQUESNEL

MM.		MM.	
1876.	† MUNIER-CHALMAS.	1890.	BERGERON (J.).
1877.	BARROIS (Ch.).	1893.	HAUG (Émile).
1878.	FABRE (G.).	1896.	COSSMANN (M.).
1879.	† FONTANNES (F.).	1898.	GLANGEAUD (Ph.)
1880.	† HERMITE.	1900.	CHOFFAT (Paul).
1881.	OËHLERT.	1902.	ROUSSEL (Joseph).
1882.	VASSEUR (G.).	1904.	PERVINQUIÈRE (Léon).
1883.	DOLLFUS (G.).	1906.	BRESSON (A.).
1884.	LEENHARD.	1908.	THEVENIN (A.).
1887.	MICHEL LÉVY.		

LAURÉATS DU PRIX FONTANNES

MM.		MM.	
1889.	† BERTRAND (Marcel).	1901.	PAQUIER (V.-L.).
1891.	BARROIS (Ch.).	1903.	GENTIL (L.).
1893.	KILIAN (W.).	1905.	CAYEUX (L.).
1895.	DELAFOND (Fr.).	1907.	LEMOINE (Paul).
1897.	BOULE (Marcellin).	1909.	JACOB (Charles)
1899.	FICHEUR (E.).		

LAURÉATS DU PRIX PRESTWICH

MM.		M.	
1903.	TERMIER (Pierre).	1909.	CAREZ (Léon).
1906.	LUGEON (Maurice).		

ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

POUR L'ANNÉE 1910

BUREAU

Président :

M. Alfred LACROIX.

Vice-Présidents :

M. D. OEHLERT.
M^{me} P. OEHLERT.

MM. L. M. VIDAL.
M. COSSMANN.

Secrétaires :

Pour la France :

M. Paul LEMOINE.

Pour l'Étranger :

M. Olivier COUFFON.

Vice-Secrétaires :

M. Paul JODOT.

M. Antonin LANQUINE.

Trésorier :

M. L. CAREZ.

Archiviste :

M. J. COTTREAU.

CONSEIL

(Le Bureau fait essentiellement partie du Conseil [art. IV des statuts])

MM. G. RAMOND.
L. CAYEUX.
Jules BERGERON.
Léon BERTRAND.
Henri DOUVILLÉ.
Pierre TERMIER.

MM. M. BOULE.
A. THEVENIN.
Emm. DE MARGERIE.
Aug. DOLLOT.
Henri BOURSULT.
Stanislas MEUNIER.

COMMISSIONS

Commissions de publication

MM. A. LACROIX, Paul LEMOINE, O. COUFFON, L. CAREZ, J. COTTREAU, membres du Bureau, font partie de ces Commissions.

Bulletin.

MM. DOLLFUS, M. BOULE, L. CAYEUX, Henri DOUVILLÉ, E. HAUG.

Mémoires de Géologie.

MM. E. HAUG, P. TERMIER, J. BERGERON.

Mémoires de Paléontologie.

MM. G. DOLLFUS, L. CAYEUX, H. DOUVILLÉ, M. BOULE, Em. HAUG, A. THEVENIN.

Commission de Comptabilité

MM. P. TERMIER, H. DOUVILLÉ, A. DOLLOT.

Commission des Archives et de la Bibliothèque

MM. DE MARGERIE, A. THEVENIN, J. BLAYAC.

Commission des Prix.

41 membres dont 22 habitant la Province ou l'Étranger.

Le PRÉSIDENT et les VICE-PRÉSIDENTS de la Société; Les ANCIENS PRÉSIDENTS; Les LAURÉATS des divers Prix de la Société et en outre : MM. COLLOT, NICKLÈS, A. BIGOT, A. DE GROSSOUVRE, MOURET.

MEMBRES A PERPÉTUITÉ'

- † BAROTTE (J.).
- † BAZILLE (Louis).
- † COTTEAU (Gustave).
- † DAUBRÉE (A.).
- † DOLLFUS-AUSSET (Daniel).
- † FONTANNES (Louis).
- † JACKSON (James).
- † GAUDRY (Albert).
- † GRAD (Ch.).
- † LAGRANGE (Docteur).
- † LAMOTHE (Colonel de).
- † LEVALLOIS (J.).
- † PARANDIER.
- † PRESTWICH (Joseph).
- † REYMOND (Ferdinand).
- † ROBERTON (Docteur).
- † TOURNOUËR.
- † VERNEUIL (Édouard de).
- † VIQUESNEL.
- † VIRLET D'Aoust (Pierre-Théodore).

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE BALE (Suisse).

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, 88, rue Saint-Lazare, Paris.

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON-COMMENTRY, 19, rue de la Rochefoucauld, Paris.

COMPAGNIE DES MINÉRAIS DE FER MAGNÉTIQUE DE MOKTA-EL-HADID, 26, avenue de l'Opéra, Paris.

COMPAGNIE DES MINES DE LA GRAND'COMBE, 17, rue Laffite, Paris.

SOCIÉTÉ ANONYME DES HOUILLÈRES DE BESSÈGES ET ROBIAC, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

MEMBRE DONATEUR

† Madame C. FONTANNES.

1. Sont *membres à perpétuité* les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (*Décision du Conseil* du 2 novembre 1840).

† Indique les membres à perpétuité décédés.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1^{er} JANVIER 1910

(Le signe [P] indique les membres à perpétuité et l'astérisque * les membres à vie.)

MM

- 1905 AGUILAR SANTILLAN (Raphaël), Secrétaire bibliothécaire de l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprés, n° 2728, Mexico (Mexique).
- 1889 AGUILERA (José-Guadalupe), Directeur de l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprés, n° 2728, Mexico (Mexique).
- 1867 AGUILLON, Inspecteur général des Mines, 71, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.
- 1908 ALLAHVERDJIEW (Dimitri G.), Professeur au Gymnase, à Sliven (Bulgarie).
- 1898 ALLARD (Joseph-Alexandre), Ingénieur des Arts et Manufactures, Voreppe (Isère).
- 1905 ALLORGE (Maurice), Lecturer of Geology, the University Museum, Oxford (Grande-Bretagne).
- 1878 ALMERA (Chanoine Jaime), 4, calle Sagristans, 3^o, Barcelone (Espagne).
- 1902 AMBAYRAC (J. Hippolyte), Professeur honoraire, 6, place Garibaldi, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1899 AMIOT (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, adjoint à la Direction de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 4, rue Weber, Paris, XVI.
- 1895 10 ARCTOWSKI (Henryk), 103, rue Royale, Bruxelles (Belgique).
- 1907 ARGAND (Émile), 10, rue des Terreaux, Lausanne (Suisse).
- 1904 ARRAULT (René), Ingénieur civil, Entrepreneur de sondages, 69, rue de Rochechouart, Paris, IX.
- 1896 ARTHABER (D^r Gustav A. Edler von), Professeur de Paléontologie à l'Université, ix, Ferstelgasse, 3, Vienne (Autriche).

- 1888* AUBERT (Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 38, rue Lamartine, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1909 AUBERT (Frédéric), Château d'Oisème, près Chartres (Eure-et-Loir).
- 1908 AUBRUN, Ingénieur au Corps des Mines, 132 bis, boulevard Raspail, Paris, VI.
- 1874 AULT-DUMESNIL (d'), 228, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.
- 1889 AZÉMA (Joseph), Licencié ès sciences, 14, rue de la Mairie, Pamiers (Ariège).
- 1901 AZÉMA (Colonel Léon), 5, rue de Vouillé, Paris, XV.
- 1903 20 BALL (John), Ph. D., Inspecteur en chef au Geological Survey, Le Caire (Égypte).
- 1899 BALSAN (Charles), Manufacturier, Député de l'Indre, 8, rue de La Baume, Paris, VIII.
- 1909* BAMBERG (Paul), 87-88, Kaiserallee, Friedenau, Berlin (Allemagne).
- 1875* BARDON (Paul), 9, avenue Perrichont, Paris, XVI.
- 1901 BARRÉ (Commandant O.), 10, avenue Henri-Martin, Paris, XVI.
- 1880* BARRET (Abbé), Doyen de Formeries (Oise).
- 1905 BARRILLON (Léon), ancien Ingénieur en chef de la Compagnie des Mines d'Aniche, 12, rue Brémontier, Paris, XVI.
- 1873* BARROIS (Charles), Membre de l'Institut, 41, rue Pascal, Lille (Nord).
- 1899 BARTHÉLEMY (François), 2, place Sully, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).
- 1864* BARY (Émile de), Guebwiller (Haute-Alsace).
- 1903 30 BASSET-BONNEFONS (Raoul), 24, rue Meslay, Paris, III.
- 1885 BAYLE (Paul), Directeur des mines et usines de la Société Lyonnaise des Schistes bitumineux, Autun (Saône-et-Loire).
- 1886 BEAUGEY, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École des Mines, Directeur des Chemins de fer de l'État, 1, rue de la Tourelle, Boulogne-sur-Seine (Seine).
- 1903 BÉDÉ (Paul), Archiviste de la Compagnie des Phosphates de Gafsa, Sfax (Tunisie).

- 1881 BEIGBEDER (David), Ingénieur, 125, avenue de Villiers, Paris, XVII.
- 1901 BEL (Jean-Marc), Ingénieur civil des Mines, 90, rue d'Amsterdam, Paris, IX.
- 1878* BERGERON (Jules), Docteur ès sciences, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, Paris, VIII.
- 1894 BERNARD (Augustin), Chargé de cours à l'Université (Faculté des lettres), 61, rue Scheffer, Paris, XVI.
- 1902 BERNARD (Charles-Em.), Ingénieur civil, 12, rue Rosa-Bonheur, Paris, XV.
- 1894 BÉROUD (Abbé J. M.), Mionnay (Ain).
- 1890 40 BERTRAND (Léon), Professeur-adjoint de Géologie à l'Université (Ecole normale supérieure), Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 38, rue du Luxembourg, Paris, VI.
- 1908 BÉZIER (T.), Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 9, rue Alphonse-Guérin, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- 1891 BIBLIOTHÈQUE de la ville d'Annecy (Haute-Savoie).
- 1899 [P] BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ de Bâle (Suisse).
- 1890 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1908 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Fribourg-en-Brigau, Bade (Allemagne).
- 1890 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Grenoble (Isère).
- 1891 BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE de Louvain, 22, rue Neuve, Louvain (Belgique).
- 1906 BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE de la Ville, boulevard du Musée, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1884 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Montpellier (Hérault).
- 1884 50 BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ de Strasbourg (Alsace-Lorraine).
- 1884 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Médecine et Sciences, allées Saint-Michel, Toulouse (Haute-Garonne).
- 1887 BIGOT (A.), Doyen de la Faculté des Sciences, 28, rue de Geôle, Caen (Calvados).
- 1865* BIOCHE (Alphonse), 53, rue de Rennes, Paris, VI.
- 1896 BIZARD (René), Avocat, à Epiré, par Savennières (Maine-et-Loire).

- 1893 BLAYAC (J.), Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), Répétiteur à l'Institut agronomique, 39 *bis*, avenue du parc de Montsouris, Paris, XIV.
- 1897 BOCA, Licencié ès sciences, 5, rue Cassette, Paris, VI.
- 1890 BOFILL Y POCH (Arthuro), Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Barcelone, calle de las Cortès, Barcelone (Espagne).
- 1892 BOGDANOWITCH (Ch.), Ingénieur des Mines, École des Mines, Saint-Pétersbourg (Russie).
- 1881 BOISSIÈRE (Albert), Ingénieur de la Compagnie parisienne du Gaz, 124, boulevard de Magenta, Paris, X.
- 1882* 60 BONAPARTE (Prince Roland), Membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.
- 1855 BONNARDOT (Léon), Varennes-le-Grand (S.-et-L.).
- 1901 BONNES (F.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Mineurs, 4, place du Marché, Alais (Gard).
- 1909 BONNET (Pierre), 4, rue Schœlcher, Paris, XIV.
- 1890 BOONE (Abbé René), Curé de Pouffonds, par Melle-sur-Béronne (Deux-Sèvres).
- 1857 BOREAU-LAJANADIE (Charles), 30, pavé des Chartrons, Bordeaux (Gironde).
- 1878 BORNEMANN (L.-G.), Eisenach (Saxe-Weimar).
- 1900 BOUBÉE (Ernest), Naturaliste, 3, place Saint-André-des-Arts, Paris, VI.
- 1884* BOULE (Marcellin), Professeur de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.
- 1881 BOURGEAT (Chanoine), Professeur aux Facultés catholiques, 15, rue Charles-de-Muysart, Lille (Nord).
- 1887 70 BOURGERY, ancien Notaire, Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir).
- 1889 BOURSAULT (Henri), Ingénieur du Service des Eaux au Chemin de fer du Nord, 59, rue des Martyrs, Paris, IX.
- 1903 BOUSSAC (Jean), 224, avenue du Maine, Paris, XIV.
- 1861 BOUTILLIER (Louis), Roncherolles-le-Vivier, par Darnetal (Seine-Inférieure).
- 1904 BOUZANQUET, Ingénieur des Arts et Manufactures, 37, rue d'Amsterdam, Paris, VIII.

- 1902 BOYER (Joseph), Docteur en médecine, 13, place du Pont, Lyon (Rhône).
- 1892 BRALY (Adrien), Ingénieur civil des Mines, 21, rue Poussin, Paris, XVI.
- 1898 BRANNER (John Casper), Professeur de Géologie, Stanford University (California, États-Unis).
- 1906 BRAVO (José), Ingénieur en chef des laboratoires du Corps des Ingénieurs des Mines, Professeur de Minéralogie et de Géologie à l'École des Ingénieurs, Lima (Pérou).
- 1877 BRÉON (René), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Semur (Côte-d'Or).
- 1898 80 BRESSON (A.), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).
- 1893 BRIVES (Abel), Docteur ès sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, chargé d'un cours à l'Université (Faculté des Sciences), Mustapha (Alger).
- 1903 BRONGNIART (Marcel), Licencié ès sciences, 29, rue Bonaparte, Paris, VI.
- 1901 BROUET (G.), Chimiste de la station agronomique de Laon, avenue Brunehaut, Laon (gare) (Aisne).
- 1909 BROUWER, Ingénieur au Corps des Mines hollandais, Institut de géologie de Delft (Pays-Bas).
- 1897 BRUNHES (Jean), Professeur de Géographie à l'Université, 314, rue Saint-Pierre, Fribourg (Suisse).
- 1905 BURCKHARDT (Carlos), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprés, n° 2728, Mexico (Mexique).
- 1859 BUREAU (Édouard), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 24, quai de Béthune, Paris, IV.
- 1880* BUREAU (Louis), Professeur à l'École de Médecine, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1904 BURSAX, Ingénieur, Directeur du chemin de fer et de la mine de Metlaoui, par Gafsa (Tunisie).
- 1883 90 BUSQUET (Horace), Chef des Services des mines du Creusot, Collaborateur-adjoint au Service de la Carte géologique de la France, La Machine (Nièvre).

- 1882 CALDERÓN (D^r Salvador), Professeur de Minéralogie à l'Université centrale, Madrid (Espagne).
- 1898 CAMBESSEDES (Félix), Ingénieur, 63, avenue de la Grande-Armée, Paris, XVI.
- 1895 CANU (Ferdinand), 19, rue Campagne-Première, Paris, XIV.
- 1859* CAPELLINI (Giovanni), Sénateur, Professeur de Géologie à l'Université, Bologne (Italie).
- 1882 CARALP (Joseph), Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 21, rue Rémusat, Toulouse (Haute-Garonne).
- 1875* CAREZ (Léon), Docteur ès sciences, Ancien directeur de l'Annuaire géologique, Licencié en droit, 18, rue Hamelin, Paris, XVI.
- 1890 CARRIÈRE, 4^a, rue Agrippa, Nîmes (Gard).
- 1891 CAYEUX (Lucien), Professeur à l'École nationale des Mines et à l'Institut national agronomique, 6, place Denfert-Rochereau, Paris, XIV.
- 1888 CAZIOT (E.), Chef d'escadron d'Artillerie, en retraite, 24, quai Lunel, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1879 100 CHAIGNON (Vicomte de), 14, rue Guérin. Autun (Saône-et-Loire).
- 1902 CHALAS (Adolphe), 45, rue de Pomereu, Paris, XVI.
- 1902 CHANEL (Émile), Professeur au Lycée, Président de la Société des naturalistes de l'Ain, Bourg (Ain).
- 1880 CHAPUIS (Albert), ancien juge au Tribunal de Commerce de la Seine, 229, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.
- 1904 CHARETON-CHAUMEIL (A.), 172, boulevard du Montparnasse, Paris, XIV.
- 1869* CHARREYRE (Abbé), à Alosiers, commune de la Fage-Saint-Julien, par Saint-Chély d'Apcher (Lozère)
- 1880 CHARTRON (C.), 1, rue Sainte-Marguerite, Luçon (Vendée).
- 1903 CHARVILHAT (G.), Docteur en médecine, 4, rue Blatin, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1898 CHATELET (Casimir), 32, rue Vieux-Sextier, Avignon (Vaucluse).
- 1903 CHAUTARD (Jean), Docteur ès sciences, 17, rue Treilhard, Paris, VIII.
- 1884 110 CHAUVET, Notaire, Ruffec (Charente).

- 1883 CHELOT (Émile), Licencié ès sciences, 82, rue Monge, Paris, V.
- 1890 CHEUX (Albert), Directeur de l'Observatoire de la Baumette, près Angers (Maine-et-Loire).
- 1906 CHEVALIER (Marcel), Licencié ès sciences, ancien Préparateur à la Faculté des Sciences, 6, rue Alphonse-Daudet, Paris, XIV.
- 1875* CHOFFAT (Paul), Collaborateur au Service de la Carte du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).
- 1907 CHUDEAU (René), Docteur ès sciences, 35, rue de l'Arbalète, Paris, V.
- 1904 CLÉRO (Maurice), 46, rue Saint-Placide, Paris, VII.
- 1880* CLOËZ (Charles-Louis), Répétiteur à l'École polytechnique, 9, rue Guy-de-la-Brosse, Paris, V.
- 1854* COCCHI (J. Igino), Professeur de Géologie à l'Institut des Hautes études, 51, via Pinti, Florence (Italie).
- 1908 COËZ (Édouard), Licencié ès sciences, 87, rue Denfert-Rochereau, Paris, XIV.
- 1907* 120 COLAS (Ernest), Industriel, Bonnières-sur-Seine (Seine-et Oise).
- 1880 COLLET (Pierre), Sainte-Menehould (Marne).
- 1873* COLLOT (Louis), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue du Tillot, Dijon (Côte-d'Or).
- 1904 COMBES (Paul), 1, rue de l'Assomption, Paris, XVI.
- 1882 COMMISSION DU SERVICE GÉOLOGIQUE DU PORTUGAL, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).
- 1882 COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST (LE PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA), 21 et 23, rue d'Alsace, Paris, X.
- 1879 [P] COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE (LE PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA), 88, rue Saint-Lazare, Paris, IX.
- 1882 [P] COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS, 19, rue de La Rochefoucauld, Paris, IX.
- 1879 [P] COMPAGNIE DES MINÉRAIS DE FER MAGNÉTIQUE DE MOKTA-EL-HADID, 58, rue de Provence, Paris, IX.
- 1879 [P] COMPAGNIE DES MINES DE LA GRAND'COMBE, 26, rue Laffitte, Paris, IX.

- 1908 130 COQUIDÉ (Eugène), Ingénieur-Agronome, agrégé de l'Université, 20, rue Thiers, Boulogne-sur-Seine (Seine).
- 1902 CORBIN (Paul), 119, avenue de Wagram, Paris, XVII.
- 1903 CORBIN (Raymond), à Eybens (Isère).
- 1909 CORNET (Dr Jules), Professeur à l'École des Mines de Mons et à l'Université de Gand, 86, Boulevard Dolez, Mons (Belgique).
- 1873 CORTÁZAR (Daniel de), Ingénieur des Mines, Sous-Directeur du Service de la Carte géologique d'Espagne, 16, rue Velasquez, Madrid (Espagne).
- 1883* COSSMANN (Maurice), Ingénieur-chef honoraire des Services techniques de l'Exploitation du Chemin de fer du Nord, 8, chaussée de la Muette, Paris, XVI.
- 1889 COSTE, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de Blanzay, Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).
- 1906 COTTIN (René), Licencié en droit, Directeur de la Compagnie parisienne des Asphaltes, 81, rue Jouffroy, Paris, XVII.
- 1904 COTTREAU (Jean), Licencié ès sciences naturelles, 252, rue de Rivoli, Paris, I.
- 1902 COTTRON, Agrégé des sciences naturelles, Professeur au lycée Ampère, Lyon (Rhône).
- 1906 140 COUFFON (Olivier), Membre de la Commission d'Histoire naturelle d'Angers, 6, rue Furstemberg, Paris, VI.
- 1896 COUNILLON, Chef du Service géologique de Cochinchine, 43, rue de la Poissonnerie, Hanoï (Tonkin).
- 1902* COURTY (Georges) [37, rue Compans, Paris, XIX; et, Chauffour-lès-Étréchy (Seine-et-Oise).
- 1906 COUYAT (Jean), Licencié ès sciences, Institut français (Archéologie), Le Caire (Égypte).
- 1875 CROISIERS DE LACVIVIER (C.), Docteur ès sciences naturelles, villa du Chêne-Vert, Vernajoul, Foix (Ariège).
- 1891 CURET (Albin), 1^{er} Président à la Cour d'Appel, 21, rue de Boigne, Chambéry (Savoie).
- 1869* DALE (T. Nelson), Professeur, U. S. Geological Survey, 26, Elizabeth street, Pittsfield (Massachusetts, États-Unis).
- 1901 DALLENAGNE (Henry), Ingénieur aux Mines de Arditurri, Pasajes (province de Guipuzcoa, Espagne).

- 1905 DALLONI (Marius), Collaborateur aux Services de la Carte géologique de la France et de l'Algérie, 56, rue de la République, Marseille (B.-du-R.).
- 1906 DAL PIAZ (Georges), Université de Padoue (Italie).
- 1901 150 DANILOFF (Eugène), Saint-Pétersbourg (Russie).
- 1907 DARTON (Nelson H.), U. S. Geological Survey, Washington D. C. (États-Unis).
- 1899 DAUTZENBERG (Ph.), 209, rue de l'Université, Paris, VII.
- 1874* DAVAL, ancien Greffier du Tribunal de Commerce, Saint-Dizier (Haute-Marne).
- 1878 DAVY (Louis), Ingénieur civil des Mines, Chateaubriant (Loire-Inférieure).
- 1873 DELAFOND (Frédéric), Inspecteur général des Mines, Directeur de l'École nationale supérieure des Mines, 60, Boulevard Saint-Michel, Paris, VI.
- 1894 DELAGE (A.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).
- 1870* DELAIRE (Al.), Ingénieur civil des Mines, 12, rue de Clichy, Paris, IX.
- 1896* DELAMARRE (Comte Maurice), 6, rue de Bellechasse, Paris, VII; et Blois (Loir-et-Cher).
- 1892* DELEBECQUE (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 36, boulevard des Tranchées, Genève (Suisse).
- 1901 160 DELÉPINE (Abbé), aux Facultés catholiques, 41, rue du Port, Lille (Nord).
- 1881 DEPÉRET (Ch.), Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon (Rhône).
- 1899 DEPRAT (Jacques), Docteur ès sciences, Coll. au Serv. de la Carte géol. de la France, Service des Mines, Hanoi (Tonkin).
- 1887 DEREIMS (A.), Docteur ès sciences, Laboratoire de Géologie, Sorbonne, Paris, V.
- 1904 DERWIES (M^{lle} Vera de), École de Chimie, Genève.
- 1904 DESBUISSONS (Léon), Chef du Service géographique au Ministère des Affaires Étrangères, 408, rue Saint-Honoré, Paris, VIII.
- 1880 DESPREZ DE GÉSINCOURT, Inspecteur des Eaux et Forêts, en retraite, 49, rue Albert-Joly, Versailles (Seine-et-Oise).

- 1866 DEROVAT (Arnaud), Bayonne (Basses-Pyrénées).
- 1890 DEYDIER, Notaire, Cucuron (Vaucluse).
- 1907 DIENERT (Frédéric), Docteur ès sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la Ville de Paris, 8, place de la Mairie, St-Mandé (Seine).
- 1904 170 DOLLÉ, Préparateur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).
- 1881 DOLLFUS (Adrien), Directeur de la Feuille des jeunes Naturalistes, 35, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.
- 1873* DOLLFUS (Gustave-F.), Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 45, rue de Chabrol, Paris, X.
- 1894 DOLLOT (Auguste), Ingénieur, Correspondant du Muséum national d'Histoire Naturelle, 136, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.
- 1905 DOMAGE (Henri), Directeur de la Société nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, 4, rue de la Turbine, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1898 DONCIEUX (Louis), Docteur ès sciences, Préparateur-adjoint à l'Université (Faculté des Sciences), 3, rue de Jarente, Lyon (Rhône).
- 1893 DONNEZAN (Docteur Albert), 5, rue Font-Froide, Perpignan (Pyrénées-Orientales).
- 1894 DORLODOT (Chanoine H. de), Professeur de Paléontologie à l'Université libre, 44, rue de Bériot, Louvain (Belgique).
- 1874* DOUMERC (Jean), Ingénieur civil des Mines, Expert près les tribunaux, 61, rue Alsace-Lorraine, Toulouse (Haute-Garonne), et boulevard Blaise-Doumerc, Montauban (Tarn-et-Garonne).
- 1903 DOUMERGUE, Professeur au Lycée, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 2, rue Manégat, Oran (Algérie).
- 1869* 180 DOUVILLÉ (Henri), Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur à l'École nationale des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.
- 1901* DOUVILLÉ (Robert), Préparateur de Géologie à l'École nationale des Mines, 37, quai de la Tournelle, Paris, V.

- 1901 DOUXAMI (Henri), Agrégé de l'Université, Professeur adjoint de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).
- 1893 DREYFUS, Professeur au Lycée, Le Puy (Haute-Loire).
- 1877 DUEIL (André), Ay (Marne).
- 1886 DUMAS (Auguste), Inspecteur honoraire au Chemin de fer d'Orléans, 6, rue Sully, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1905 DUMOLARD (Étienne), Industriel, 33, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).
- 1889 DUPARC (Louis), Professeur de Minéralogie à l'Université, Genève (Suisse).
- 1905 DUSSERT (Jean-Baptiste-Désiré), Ingénieur au Corps des Mines, 25, rue d'Isly, Alger (Algérie).
- 1902 DUTERTRE (E.), Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1880 190 DUVERGIER DE HAURANNE (Emmanuel), château d'Herry (Cher).
- 1907 EASTMANN (Charles-Rochester), Conservateur de Paléontologie au « Museum of comparative Zoölogy », del'Université Harvard, Cambridge (Mass., États-Unis).
- 1888 ÉCOLE NATIONALE DES EAUX ET FORÊTS, rue Girardot, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1904 EMBRY (Pierre), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 6, allée Garibaldi, Le Vesinet (Seine-et-Oise).
- 1903* EPERY, Docteur en médecine, Alise-Sainte-Reine, par Les Laumes (Côte-d'Or).
- 1901 ESPINAS (Pierre), Directeur de la Société minière du djebel Felten, rue Casanova, Constantine (Algérie).
- 1905 EUCHÈNE (Albert), 8, boulevard de Versailles, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).
- 1895* EVRARD (Charles), Notaire, Varenne-en-Argonne (Meuse).
- 1868* FABRE (Georges), ancien élève de l'École polytechnique, Conservateur des Eaux et Forêts, 28, rue Ménard, Nîmes (Gard).
- 1866* FAIRMAN (Edward Saint-John), 10, via del Castellacio, Florence (Italie).

- 1880 200 FALLOT (Emmanuel), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 34, rue Castéja, Bordeaux (Gironde).
- 1908* FALLOT (Paul), Rovéréaz, Lausanne (Suisse).
- 1867* FAVRE (Ernest), 8, rue des Granges, Genève (Suisse).
- 1908 FAVRE (François), Docteur ès sciences, 19, rue des Fossés-Saint-Jacques, Paris, V.
- 1867 FAYOL (Henri), Directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault-Decazeville, 49, rue Bellechasse, Paris, VII.
- 1908 FERRONNIÈRE (Georges) Professeur à la Faculté libre d'Angers, 15, rue Voltaire, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1887 FÈVRE (Lucien-Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 1, place Possoz, Paris, XVI.
- 1887 FICHEUR (Émile), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Directeur-adjoint du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 77, rue Michelet, (Mustapha, Alger).
- 1905 FILLIOZAT (Marius), Percepteur, 9, rue Saint-Bié, Vendôme (Loir-et-Cher).
- 1884 FINET (Achille), 117, boul. Malesherbes, Paris, VIII.
- 1894 210 FISCHER (Henri), Docteur ès sciences, 51, boulevard Saint-Michel, Paris, V.
- 1887 FLAMAND (G. B. M.), Chargé de cours à l'Université (Faculté des Sciences), Directeur-adjoint du Service géologique (Territoires du Sud), 87, rue Michelet, (Mustapha, Alger).
- 1905 FLEURY (Ernest), École des Roches, Verneuil-sur-Avre (Eure).
- 1905 FLORES (Theodoro), Géologue à l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprés, n° 2728, Mexico (Mexique).
- 1886 FLOT, Professeur au Lycée Charlemagne, 24, rue des Écoles, Paris, V.
- 1907 FONT Y SAGUÉ (Abbé Norberto), rue Elisabets, 8-10, Barcelone (Espagne).
- 1892 FORTIN (Raoul), Manufacturier, 24, rue du Pré, Rouen (Seine-Inférieure).
- 1873 FOUQUET, 161, boulevard Haussmann, Paris, VIII.
- 1887 FOURNIER (A.), Docteur en médecine, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 22, rue de Penthièvre, Poitiers (Vienne).

- 1892 FOURNIER (Eugène), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).
- 1895 220 FOURTAU (René), Ingénieur civil, Post-Office, box n° 52, Le Caire (Égypte).
- 1904 FREYDENBERG (Henri), Capitaine d'infanterie coloniale, Docteur ès sciences, 25, boulevard Pasteur, Paris, XV.
- 1874 FRIREN (Abbé A.), Chanoine honoraire, 41, rue de l'Evêché, Metz (Alsace-Lorraine).
- 1908 FRITEL (P.-H.), Préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle, 35, rue de Buffon, Paris, V.
- 1889 FRITSCH (D^r Anton), Professeur à l'Université, Jáma, n° 7, Prague (Bohême).
- 1900 GAILLARD (Claudius), Docteur ès sciences naturelles, Conservateur du Muséum de Lyon, 17, rue Cronstadt, Lyon (Rhône).
- 1901* GARDE (Gilbert), Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1908 GARDÉ (Edmond), 28, rue Sainte-Colombe, Bordeaux (Gironde).
- 1862 GARRIGOU, Docteur en médecine, 38, rue Valade, Toulouse (Haute-Garonne).
- 1902 GAUTIER (Émile-F.), Professeur à l'Université d'Alger (Faculté des Lettres) 4, rue Lagarde, Paris, V.
- 1889 230 GAUTIER (Paul), Directeur du Musée Lecocq, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1883 GEANDEY (F.), 11, rue de Sèze, Lyon (Rhône).
- 1892 GEIKIE (Sir Archibald), D. Sc., D. C. L., L. L. D., F. R. S., F. G. S., Correspondant de l'Institut de France, Sheperd's Down, Haslemere (Surrey, Grande-Bretagne).
- 1906 GENNEVAUX (Maurice), 12, rue Marceau, Montpellier (Hérault).
- 1884 GENREAU, Inspecteur général au Corps des Mines, en retraite, 2, rue Henri-IV, Pau (Basses-Pyrénées).
- 1892 GENTIL (Louis), Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), Sorbonne, Paris, V.
- 1909 GERNEZ (Gabriel), École d'agriculture de Saint-Ilan par Iffiniac (Côtes-du-Nord).

- 1889 GEVREY (Alfred), Conseiller honoraire à la Cour d'Appel, 9, place des Alpes, Grenoble (Isère).
- 1909 GIGNOUX (Maurice), Préparateur de Géologie et Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences) Grenoble (Isère).
- 1881 GIRARDOT, Docteur en médecine, 15, rue Mégevand, Besançon (Doubs).
- 1889 240 GIRAUD (Jean), Agrégé, Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences) Coll. au Serv. de la Carte géol. de la France, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1889 GIRAUX (Louis), 11, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).
- 1909 GIVENCHY (Paul de), Ancien chef du Personnel de la Compagnie transatlantique, 84, rue de Rennes, Paris, VI.
- 1892 GLANGEAUD (Ph.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Coll. princ. au Serv. de la Carte géol. de la France, 46 bis, boulevard de Lafayette, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1902 GODBILLE (Paul), Inspecteur-chef de Service sanitaire au département de la Seine, 9, boulevard Exelmans, Paris, XVI.
- 1906 GODEFROY (R.), Ingénieur aux Mines de Landres-Pienne, par Audun-le-Roman (Meurthe-et-Moselle).
- 1897 GOLFIER, École Benoit, Isle-sur-la-Sorgue (Vaucluse).
- 1896 GOLLIEZ (H.), Professeur à l'Université, 51, Muristrasse, Berne (Suisse).
- 1874 GORCEIX, Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).
- 1856* GOSSELET (J.), Correspondant de l'Institut, Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille (Nord).
- 1879 250 GOURDON (Maurice-Marie), Vice-Président de la Société Ramond, 7, rue Germain-Boffrand, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1906 GOURGUECHON, Ingénieur au Corps des Mines, 49, rue Claude-Lorrain, Paris, XVI.
- 1896 GOUX, Agrégé de l'Université, Professeur d'Histoire naturelle au Lycée Condorcet, 35 bis, rue Charles-Chefson (villa Lachapelle, 4), Bois-Colombes (Seine).

- 1880 GRAMONT (Comte Antoine-Arnaud de), Docteur ès sciences physiques, 179, rue de l'Université, Paris, VII, et Le Vignal, par Pau (Basses-Pyrénées).
- 1877 GRAND'EURY (Cyrille), Correspondant de l'Institut, Ingénieur civil, 12, rue d'Amance, Malzéville (Meurthe-et-Moselle).
- 1871* GRANDIDIER (Alfred), Membre de l'Institut, 74 bis, rue du Ranelagh, Paris, XVI.
- 1903 GRANDIDIER (Guillaume), 2, rue Goethe, Paris, XVI.
- 1895 GRENIER (René), Ingénieur des Mines, Pocancy, par Vertus (Marne).
- 1878 GROSSOUVRE (A. de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Bourges (Cher).
- 1887 GROSSOUVRE (Georges de), Lieutenant-Colonel au 66^e régiment d'Infanterie, 13, place Zola, Tours (Indre-et-Loire).
- 1909 260 GROTH (Jean), 61, rue Madame, Paris, VI.
- 1891* GUÉBHARD (Adrien), Agrégé de Physique des Facultés de Médecine, Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes-Maritimes).
- 1905 GUILBERT (Louis), Officier d'Administration du Génie en retraite, Architecte, à Etables (Côtes-du-Nord).
- 1908 GUILLAUME (M.), Ingénieur au Corps des Mines, 11, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1890 HAAS (Hippolyt), D. sc., Professeur à l'Université royale, 28, Moltkestrasse, Kiel (Holstein, Allemagne).
- 1862* HABETS, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Université, 4, rue Paul-Devaux, Liège (Belgique).
- 1894 HARLÉ (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 36, rue Emile-Fourcand, Bordeaux (Gironde).
- 1903 HARMER (F.-W.), F. G. S., Oakland House, Cringleford, près Norwich (Norfolk, Grande-Bretagne).
- 1906 HARRIS (Gilbert-Denison), Professeur de Paléontologie, Cornell University, Ithaca (Etat de New-York, Etats-Unis).
- 1884 HAUG (Emile), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de géologie à la Sorbonne, Paris, V.
- 1908 270 HEIM (Arnold), Professeur agrégé, 25, Hottingerstrasse, Zurich, V (Suisse).

- 1885 HENRY (J.), Docteur ès sciences, ancien Professeur à l'École de Médecine, 37, rue Ernest-Renan, Besançon (Doubs).
- 1896 HERMANN, Libraire, 6, rue de la Sorbonne, Paris, V.
- 1905 HOERNES (Dr. Rudolf), Professeur à l'Institut géologique de l'Université, Heinrichstrasse, 61/63, Graz (Styrie).
- 1869 HOLLANDE (D.), Directeur de l'École préparatoire de l'Enseignement supérieur, 19, rue de Boigne, Chambéry (Savoie).
- 1896 HOLZAPFEL (Dr. Eduard), Professeur de Géologie à l'Université, 30, Herderstrasse, Strasbourg (Alsace-Lorraine).
- 1902 HOUEL (Philippe), Ingénieur à Condé-sur-Noireau (Calvados).
- 1908 HUBERT (Henry), Docteur ès sciences, Administrateur, adjoint des Colonies, 58, rue du Montparnasse-Paris, XIV.
- 1878 HUGHES (Thos. McKenny), F. R. S., F. G. S., Professeur de géologie, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Grande-Bretagne).
- 1908 HUOT, Capitaine au 22^e bataillon de Chasseurs, Albertville (Savoie).
- 1903* 280 ILOVAÏSKY (David), Musée de Géologie à l'Université, Moscou (Russie).
- 1889 IMBEAUX (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, 18, rue Sainte-Cécile, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1881 INSTITUT GEOGNOSTICO-PALÉONTOLOGIQUE de l'Université, Strasbourg (Alsace).
- 1892 INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE, 16, rue Claude-Bernard, Paris, V.
- 1904 JACOB (Charles), Agrégé des sciences naturelles, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 2, rue Sainte-Eulalie, Bordeaux (Gironde).
- 1901 JACOB (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 22, rue de Constantine, Alger.
- 1895 JACQUINET, Agent comptable de la Marine, 16, avenue Colbert, Toulon (Var).
- 1899 JÄKEL (Dr. Otto), Professeur à l'Université, 43, Invalidenstrasse, Berlin, N. W. (Allemagne).

- 1896 JANET (Armand), ancien Ingénieur de la Marine, 4, rue Jacques-Cœur, Paris, V.
- 1877* JANET (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès sciences, 71, rue de Paris, Voisinlieu, près Beauvais (Oise).
- 1907* 290 JODOT (Paul), 2, rue Claude-Pouillet, Paris, XVII.
- 1899 JOLEAUD, Sous-intendant militaire, 16, plage du Prado, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1907 JOLEAUD (Léonce), Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 16, plage du Prado, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1903 JOLY (Henri), Docteur ès sciences naturelles, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences) 9, rue Desilles, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1900 JORDAN (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 4, rue de Luynes, Paris, VII.
- 1901 JORISSEN (Edward), Consulting geologist, Post Office, box 305, Johannesburg (Transvaal).
- 1897 JOUKOWSKY (Étienne), Ingénieur civil des Mines, Préparateur de Géologie au Musée d'Histoire naturelle de Genève (Suisse).
- 1863 JOURDY (Général Em.), Commandant le 11^e Corps d'armée, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1873 JOUSSEAUME, Docteur en médecine, 29, rue de Gergovie, Paris, XIV.
- 1900 JUDENNE (Léon), 78, rue Lamarck, Paris.
- 1908 300 JULLIEN (Colonel), 63, rue de Boulainvilliers, Paris, XVIII.
- 1898 KALKOWSKY (Dr. Ernst), Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de Minéralogie et Géologie, 11, Bismarckplatz, Dresde, A, 14 (Allemagne).
- 1895 KARAKASCH (Dr. Nicolas Iwanowitsch), Conservateur du Musée géologique de l'Université impériale, Wassily Ostrow, Malyprospect, 14, Saint-Pétersbourg (Russie).
- 1899 KERFORNE (Fernand), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 16, rue de Châteaudun, Rennes (Ille-et-Vilaine).

- 1881 KILLAN (W.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 38, avenue Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).
- 1866 KÖENEN (A. von), Geheimer-bergrath, Professeur de Géologie à l'Université, Göttingue (Allemagne).
- 1909 KTENAS (C. A.), 5, rue Agathonos, Athènes (Grèce).
- 1909 KUZNIAR (Wiktor), Warszawska, 5, Cracovie (Autriche-Hongrie).
- 1876 LABAT (A.), Docteur en médecine, villa des Gravières, Périgueux (Dordogne).
- 1891 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de la Faculté des Sciences de l'Université de Caen (Calvados).
- 1904 310 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, à la Sorbonne, Paris, V.
- 1903 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de l'École nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise).
- 1905 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de l'École normale supérieure, 45, rue d'Ulm, Paris, V.
- 1894 LABORATOIRE DE PALÉONTOLOGIE du Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.
- 1908 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ (prof. Lohest), Liège (Belgique).
- 1902* LACQIN (Lucien), Capitaine d'Artillerie, ancien Professeur de Topographie à l'École d'application de Fontainebleau.
- 1886 LACROIX (Alfred), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie au Muséum national d'Histoire naturelle, 8, quai Henri IV, Paris, IV.
- 1888 LACROIX (Abbé E.), Aumônier de la Marine, en retraite, 179, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1903 LA CRUZ (Emiliano de), Ingénieur des Mines, Minas de Caralps, Ribas (prov. de Gérone, Espagne).
- 1881 LAFLAMME (Mgr. Joseph-Clovis R.), Recteur à l'Université Laval, Québec (Canada).
- 1872* 320 LAMBERT (Jules-Mathieu), Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, Troyes (Aube).
- 1875 LAOTHE (Général de division de), Président du Comité d'Artillerie, 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris, VII.
- 1901* LAMOTHE (René de), 20, rue de l'Odéon, Paris, VI.
- 1873* LANDERER (J.-José), 34, rue de Caballeros, Valence (Espagne).

- 1908 LANQUINE (Antonin), Licencié ès sciences, 6, rue Pestalozzi, Paris, V.
- 1896 LANTENOIS, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Hanoï (Tonkin).
- 1896 LAPOUKINE DEMIDOFF (Prince).
- 1906 LAPPARENT (Jacques de), Préparateur de Minéralogie à l'École nationale supérieure des Mines, 90, Boulevard Saint-Germain, Paris, V.
- 1909 LARGER (René), Docteur en médecine, Maisons-Lafitte (Seine-et-Oise).
- 1887* 330 LATASTE (Fernand), Professeur honoraire de l'Université du Chili, Cadillac-sur-Garonne (Gironde).
- 1897 LATINIS (Léon), Ingénieur, Seneffe (Hainaut, Belgique).
- 1904 LAUBY (A), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique, 63, rue des Lacs, Saint-Flour (Cantal).
- 1886 LAUNAY (Louis de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'École des Mines et à l'École des Ponts et Chaussées, 31, rue de Bellechasse, Paris, VII.
- 1903 LAUR (Francis), Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, Paris, XVII.
- 1894 LAURANS, Ingénieur en chef au Corps des Mines, 12, rue Théodule-Ribot, Paris, XVII.
- 1907 LAURENT (Armand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée, Caen (Calvados).
- 1893* LEBOUTEUX, Ingénieur-Agronome, Propriétaire à Verneuil, par Migné (Vienne).
- 1908* LECOINTRE (Georges), Château de Grillemont, par la Chapelle-Blanche (Indre-et-Loire).
- 1884 LE CONTE (Albert), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 7, rue Picot, Paris, XVI.
- 1901* 340 LE COUPPEY DE LA FOREST (Max), Ingénieur des Améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture, 8, rue Boccador, Paris, VIII.
- 1869* LEDOUX (Charles), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'École des Mines, 250, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.
- 1868* LÉENHARD (Franz), Professeur agrégé à la Faculté de Théologie, Fontfroide-le-Haut, Montpellier (Hérault).

- 1883 LEGAY (Gustave), Receveur de l'Enregistrement et des Domaines, en retraite, 22, rue de Flahaut, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1886 LEGIS (Stanislas), Ancien professeur au Lycée Louis-le-Grand, 22, avenue Reille, Paris, XIV,
- 1880 LANGLASSÉ (René), 50, rue Jacques-Dulud, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1875* LE MARCHAND (Augustin), Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, Petit-Quevilly (Seine-Inférieure).
- 1899* LEMOINE (Paul), Docteur ès sciences, Chef des Travaux de géologie au Laboratoire colonial de l'École des Hautes Études, 96, boulevard Saint-Germain, Paris, V.
- 1903 LERICHE (Maurice), Maître de Conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).
- 1909* LÉTANG, Docteur en médecine, 25, rue Demours, Paris, XVII.
- 1899 LEVAT (Ed.-David), Ingénieur civil des Mines, 174, boulevard Malesherbes, Paris, XVII.
- 1867 350 LEZ (Achille), Conducteur des Ponts et Chaussées, en retraite, Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).
- 1906 LHOMME (Léon), Ingénieur civil, Directeur de la Sucrerie de Mayot, par La Fère (Aisne).
- 1880* LIBBEY (William Jr), D. Sc., Professeur de Géographie physique, Directeur du Muséum de Géologie et d'Archéologie; Collège de New-Jersey, Princeton (New-Jersey, États-Unis).
- 1883 LIMA (Wenceslau de), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie à l'Académie polytechnique de Porto, 17, praça da Trindade, Porto (Portugal).
- 1904 LIMANOWSKI (Miéslas), (Autriche-Hongrie).
- 1877 LINDER (Oscar), Inspecteur général au Corps des Mines, Vice-Président du Conseil supérieur des Mines, 38, rue du Luxembourg, Paris, VI.
- 1878 LIPPMANN, Ingén. civil, 47, rue de Chabrol, Paris, X.
- 1895 LISSAJOUS, 10, quai des Marans, Mâcon (Saône-et-Loire).
- 1906 LISSÓN (Carlos I.), Ingénieur des Mines, Professeur de Micropétrographie à l'École des Ingénieurs, Lima (Pérou).

- 1879* LODIN, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur à l'École nationale des Mines, 16, rue Desbordes-Valmore, Paris, XVI.
- 1901 360 LONCLAS (Émile-Edouard), 2, avenue Girard, Marseille (Blancarde) (Bouches-du-Rhône).
- 1887* LONQUETY (Maurice), Ingénieur civil des Mines, Oustréau, près Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1904 LORRIN (Claude-Victor), Dax (Landes).
- 1889 LORY (Pierre-Charles), Chargé de conférences de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 6, rue des Alpes, Grenoble (Isère).
- 1899 LUGEON (Maurice), Professeur à l'Université, villa des Préalpes, avenue Ch.-Secrétan, Lausanne (Suisse).
- 1861* LYMAN (Benjamin-Smith), 708, Locust street, Philadelphie (Pensylvanie, États-Unis).
- 1889 MAITRE (J.), forges de Morvillars (Territoire de Belfort).
- 1898 MALLET (Jacques), Ingénieur civil des Mines, 23, rue de la République, Saint-Étienne (Loire).
- 1906 MANSUY, Géologue du Service géologique de l'Indochine, Hanoï (Tonkin).
- 1887 MARGERIE (Emmanuel de), 44, rue de Fleurus, Paris, VI.
- 1885 370 MARTEL (Edouard-Alfred), Directeur de « La Nature », Membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique, 23, rue d'Aumale, Paris, IX.
- 1890 MARTIN (David), Conservateur du Musée, Gap (Hautes-Alpes), .
- 1900 MARTIN (Louis), Docteur en Médecine, Docteur en droit, Docteur ès sciences, Licencié ès lettres, 1, place Saint-Sulpice, Paris, VI.
- 1897 MARTONNE (Emmanuel de), chargé de cours de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 248, boulevard Raspail, Paris, XIV.
- 1891 MARTY (Pierre), Château de Caillac, par Arpajon (Cantal).
- 1881 MATTIROLO (Ettore), Ingénieur au Corps royal des Mines, 1, via Santa-Susanna, Rome (Italie).
- 1906 MAUCHE (Albert), Licencié ès sciences, Contrôleur des Contributions directes, Arles-sur-Rhône (Bouches-du-Rhône).

- 1900 MAURICE (Joseph), Ingénieur civil des Mines, Hacienda de Monte-Horcaz, par Villanueva de las Minas (province de Séville, Espagne).
- 1908 MAURY (Commandant P.), Chef de bataillon au 25^e régiment d'Infanterie, Cherbourg (Manche).
- 1902 MAURY (E.), Préparateur de Physique au Lycée, 48, Route de Levens, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1905 380 MECQUENEM (Roland de), Ingénieur civil des Mines, 16, rue du Pré-aux-Clercs, Paris, VII.
- 1899 MÉMIN (Louis), 25, rue de la Citadelle, Arcueil-Cachan (Seine).
- 1909 MENGAUD (Louis), 7, rue Lakanal, Toulouse (Haute-Garonne).
- 1902 MENGEL (O.), Directeur de l'Observatoire météorologique, 45 bis, quai Vauban, Perpignan (Pyrénées-Orientales).
- 1905 MERIGEAULT (Emilien), Ingénieur au corps des Mines, Constantine (Algérie).
- 1903 MERLE, Chef du Service des Mines, Tananarive (Madagascar).
- 1896 MERMIER, Ingénieur des Chemins de fer fédéraux, square de la Harpe, B, Lausanne (Suisse).
- 1882 MEUNIER (Stanislas), Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, quai Voltaire, Paris, VII.
- 1897 MEYER (Lucien), Interprète assermenté près le Tribunal civil, 25, rue Denfert-Rochereau, Belfort.
- 1884 MICHALET (A.), Quartier de la Barre, allée des Platanes, Toulon (Var).
- 1901 390 MICHEL (Léopold), Professeur-adjoint de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 54, boulevard Maillot, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1868* MICHEL-LÉVY, Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de la France, 26, rue Spontini, Paris, XVI.
- 1901 MICHEL-LÉVY (Albert), Inspecteur-adjoint des Eaux et Forêts, Préparateur au Collège de France, 80, boulevard Flandrin, Paris, XVI.
- 1876 MIEG (Mathieu), 48, avenue de Modenheim, Mulhouse, (Alsace-Lorraine).

- 1901 MIQUEL E IRIZAR (Manuel), Colonel du 1^{er} régiment du Génie, Logrono (Espagne).
- 1893 MIQUEL (Jean), Propriétaire, Baroubio, par Aigues-Vives (Hérault).
- 1893 MIRCEA (C.-R.), Ingénieur des Mines, 31, rue Romulus, Bucarest (Roumanie).
- 1902 MIREMONT (J.-B.-Alfred), ancien industriel, 3, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).
- 1896 MOLENGRAAFF (Dr. G. A. F.), Géologue, 43, Juliana Van Stolberglaan, La Haye (Pays-Bas).
- 1897 MONOD (Guillaume-H.), 32, rue Théophile-Gautier, Paris, XVI.
- 1878 400 MONTHIERS (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 50, rue Ampère, Paris, XVII,
- 1906 MORELLET (Lucien), 3, boulevard Henri IV, Paris, IV.
- 1877 MORGAN (Jacques de), Ingénieur civil des Mines, Délégué général en Perse du Ministère de l'Instruction publique, 1, rue Alfred-Dorménil, Croissy-sur-Seine (Seine-et-Oise).
- 1908 MORIN (Maurice), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, rue Gambetta, Thorigny (Seine-et-Marne).
- 1904 MOSCOSO (Francisco Eugenio de), Docteur en Médecine, Professeur d'Histoire naturelle à l'« Instituto de Senoritas », 45, calle de la Industria, San Pedro de Macoris (République dominicaine).
- 1897 MOUREAU (Abbé), Doyen de la Faculté de Théologie, 15, rue Charles-de-Muyssart, Lille (Nord).
- 1876 MOURET (G.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 22, rue du Chifflet, Besançon (Doubs).
- 1895 MOURGUES, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).
- 1868 MOURLON (Michel), Directeur du Service géologique de Belgique, Membre de l'Académie royale des Sciences, Palais du Cinquantenaire, Bruxelles (Belgique).
- 1903 MOUTIER (François), Docteur en Médecine, Licencié ès sciences, ancien interne des Hôpitaux, 5, rue de Monceau, Paris, VIII.
- 1897 410 MRAZEC (Louis), Professeur de Minéralogie et de Pétrographie, Laboratoire de Minéralogie, Université, sala XIV, Bucarest (Roumanie).

- 1900 MUNTEANU-MURGOCI (Georges), Assistant de Minéralogie à l'Université, Bucarest (Roumanie).
- 1898 MUSÉE NATIONAL GÉOLOGIQUE d'Agram (Croatie, Autriche).
- 1908 NEGRE (Georges), Houilles (Seine-et-Oise).
- 1904 NÉGRIS (Ph.), Ingénieur, Ancien ministre des Finances, Athènes (Grèce).
- 1909 NEYRET (André), étudiant, 2, chaussée de la Muette, Paris, XVI.
- 1881 NICKLÈS (René), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue des Jardiniers, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1906 NICOU (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 2, rue de Senelle, Longwy-bas (Meurthe-et-Moselle).
- 1909 NINCK (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, voie romaine, Bar-le-Duc (Meuse).
- 1868* NIVOIT (Edmond), Inspecteur général au Corps des Mines, 4, rue de la Planche, Paris, VII.
- 1907 420 NOEL (Eugène), Ancien élève de l'École normale supérieure, 102, faubourg des Trois-Maisons, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1886 NOLAN, 8, place du Marché, Neuilly-sur-Seine.
- 1905 NOPCSA (Baron Franz), Ujarad (Hongrie).
- 1877* OEHLERT (Daniel-P.), Correspondant de l'Institut, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, Laval (Mayenne).
- 1909 OEHLERT (M^{me} P.), 29, rue de Bretagne, Laval (Mayenne).
- 1899 OFFRET (A.), Professeur de Minéralogie théorique et appliquée à l'Université (Faculté des Sciences), villa Sans-Souci, 53, chemin des Pins, Lyon (Rhône).
- 1892 O'GORMAN (Comte Gaëtan), 21, avenue de Barèges, Pau (Basses-Pyrénées).
- 1906 OLIVEIRA MACHADO E COSTA (Alfredo Augusto d'), Professeur à l'École royale militaire, Lisbonne (Portugal).
- 1893 OPPENHEIM, (Professeur-Dr Paul), 19, Sternstrasse, Gross Lichterfelde, près Berlin (Allemagne).
- 1893 ORDÓÑEZ (Ezequiel), Ingénieur-géologue des Mines, 2^a, General Prim, 43, Mexico (Mexique).

- 1885 430 OUDRI (Général), Ancien commandant de Corps d'armée, Durtal (Maine-et-Loire).
- 1902 PACHUNDAKI (D.-E.), Post-Office, box 316, Alexandrie (Egypte).
- 1893 PAQUIER (Victor-Lucien), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Toulouse (Haute-Garonne).
- 1888* PATRIS DE BREUIL, Docteur en droit, 18, rue de Rueil, Suresnes (Seine).
- 1884 PAVLOW (Alexis-Petrowitch), Professeur de Géologie à l'Université de Moscou, Maison de l'Université, 34, Dolgoroukovski pereoulok, Moscou (Russie).
- 1899 PELLEGRIN (Charles), Ingénieur civil, 43, rue Vital, Paris, XVI.
- 1905* PEREIRA DE SOUZA (Francisco Luiz), Capitaine du Génie, 32, rua dos Lagares, Lisbonne (Portugal).
- 1908 PÉROUX (Étienne), Capitaine d'infanterie de marine en retraite, 11, rue des Canus, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).
- 1878 PERRIER (Edmond), Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier, Paris, V.
- 1897 PERVINQUIÈRE (Léon), Chef des travaux pratiques de Géologie, chargé des conférences de Paléontologie à l'Université (Faculté des Sciences), 39, rue de Vaugirard, Paris, VI.
- 1907 440 PESSON-DIDION (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 52, boulevard Malesherbes, Paris, VIII.
- 1878 PETITCLERC (Paul), 6, rue du Lycée, Vesoul (Haute-Saône).
- 1903 PIROUTET (Maurice), Licencié ès sciences, Salins (Jura).
- 1902 PISSARRO (G.), Licencié ès sciences, 85, avenue de Wagram, Paris, XVII.
- 1908 POČTA (Dr.-Ph.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université tchèque de Prague, 21, Karlsplatz, Prague (Bohême).
- 1889 POIRAULT (Georges), Docteur ès sciences, Directeur du laboratoire d'Enseignement supérieur (Villa Thuret), Antibes (Alpes-Maritimes).
- 1906 POISOT (Paul), 27, rue du Rhin, Paris, XIX.
- 1881 PONCIN (H. Athanase), propriétaire, Primarette, par Revel-Tourdon (Isère).

- 1908 POPESCU-VOITESTI, professeur au Lycée de Buzău (Roumanie).
- 1896 POPOVICI-HATZEG (V.), Docteur ès sciences, Chef du Service géologique du Ministère des Domaines, 10, strada Bratiano, Bucarest (Roumanie).
- 1902 450 PORTET (Victor), Ingénieur civil, 25, rue de la Quintinie, Paris, XV.
- 1879 PORTIS (Alessandro), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Rome (Italie).
- 1909 PRÉVOST (Gustave), 65, boulevard Sébastopol, Paris, I.
- 1884 PRIEM (Fernand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Henri IV, 135, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.
- 1909* PUSSENOT (Charles), capitaine d'artillerie, 91, rue Pasteur, Sainte-Catherine-sous-Briançon (Hautes-Alpes).
- 1905 PUZENAT (Léon), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 106, rue de La Boétie, Paris, VIII.
- 1891* RACOVITZA (Émile G.), Sous-directeur du laboratoire Arago à Banyuls, 112, boulevard Raspail, Paris, VI.
- 1901 RAMBAUD (Louis), Docteur en médecine, 16, boulevard Sébastopol, Paris, IV.
- 1878 RAMOND (Georges), Assistant de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 18, rue Louis-Philippe, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1893 RAMSAY (Wilhelm), Professeur à l'Université, Helsingfors (Finlande).
- 1900 460 RASPAIL (Julien), Docteur en médecine, 19, avenue Laplace, Arcueil-Cachan (Seine).
- 1891* RAVENEAU (Louis), Agrégé d'Histoire et de Géographie, Secrétaire de la rédaction des Annales de Géographie, 76, rue d'Assas, Paris, VI.
- 1905 REBOUL (Paul), Conservateur adjoint des Collections géologiques à la Faculté des Sciences de l'Université, 6, rue Haxo, Grenoble (Isère).
- 1904 REGNAULT (Ernest), Président honoraire du Tribunal civil, La Folie, Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).
- 1883 REJAUDRY (Émile), Propriétaire, 14, rempart du Midi, Angoulême (Charente).

- 1906 RENZ (Dr. Carl), Villa Laubmann, Kaufbeuren (Bavière, Allemagne).
- 1873 REPELIN (J.), Docteur ès sciences, Chargé de Cours à l'Université (Faculté des Sciences), 86, rue Saint-Savournin, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1881 RÉVIL (Joseph), Pharmacien, Président de la Société des Sciences nat. de Savoie, Chambéry (Savoie).
- 1903 REYCKAERT (Jules-Marie), Ancien agent de la Société géologique de France, 85, rue du Cherche-Midi, Paris, VI.
- 1878 RIAZ (A. de), ancien banquier, 68, quai de Serin, Lyon (Rhône),
- 1881 470 RICHE (Attale), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 56, avenue de Noailles, Lyon (Rhône).
- 1888 RIGAUX (Edmond), 15, rue Simoneau, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1894 RITTER (Etienne-A.), 1712, North Nevada avenue, Colorado Springs (Colorado, États-Unis).
- 1905 ROBIN (Auguste), Corresp. du Muséum national d'Histoire naturelle, 105, rue Dareau, Paris, XIV.
- 1882* ROBINEAU (Théophile), ancien avoué, 4, avenue Carnot, Paris, XVII.
- 1905 ROBLES (Ramiro), Géologue à l'Institut géologique national, Mexico (Mexique).
- 1879* ROLLAND (Georges), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 60, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.
- 1908 ROLLET, Président de l'Association des Naturalistes, 62, rue Voltaire, Levallois-Perret (Seine).
- 1894 ROMAN (Frédéric), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 2, quai Saint-Clair, Lyon.
- 1902 ROMEU (Albert de), Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef des Travaux de Minéralogie au Laboratoire colonial du Muséum national d'Histoire naturelle, 70 bis, avenue d'Iéna, Paris, XVI.
- 1904 480 ROTHPLETZ (A.), Professeur à l'Université, Palæontologisches Museum, Munich (Allemagne).
- 1861* ROTHWELL (R.-P.), Ingénieur, éditeur du Mining Journal, 253, Broadway [27, P. O., box 1833], New-York city (États-Unis).

- 1885 ROUSSEL (Joseph), Docteur ès sciences, Professeur au Collège, 5, chemin de Velours, Meaux (Seine-et-Marne).
- 1875* ROUX (J.-L.), à l'Aiglon, Plan de Cuques (Bouches-du-Rhône).
- 1898* ROUYER (Camille), Docteur en droit, Avoué, 50, rue d'Autun, Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).
- 1905 ROVERETO (G.), Professeur à l'Université royale, Musée de Géologie, 1, via Sta Agnese, Gênes (Italie).
- 1868 SABATIER-DESARNAUDS, 9, rue des Balances, Béziers (Hérault).
- 1885 SACCO (Dr. Federico), Professeur de Géologie au Politecnico, Professeur de Paléontologie à l'Université, Castello del Valentino, Turin (Italie).
- 1890* SALLES, Inspecteur des Colonies, 23, rue Vaneau, Paris, VII.
- 1903 SANDBERG (Dr. C.), Ingénieur-géologue, 8, Velperbinnensingel, Arnhem (Pays-Bas).
- 1904 490 SANGIORGI (Dominico), Docteur ès sciences, laboratoire de Géologie et de Minéralogie, Université Royale, Parme (Italie).
- 1893 SARASIN (Charles), Professeur de Géologie à l'Université, 22, rue de la Cité, Genève (Suisse).
- 1868 SAUVAGE (Émile), Docteur en médecine, Directeur honoraire de la station aquicole, Conservateur des Musées, 39 bis, rue de la Tour-Notre-Dame, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1901 SAVORNIN (J.), Chef des travaux de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 62, boulevard Bon-Accueil (Alger).
- 1878 SAYN (Gustave), à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).
- 1901 SCHARDT (A. Hans), Professeur de Géologie à Neuchâtel, Veytaux, près Montreux (Vaud, Suisse).
- 1890 SCHMIDT (Dr Carl), Professeur de Géologie à l'Université, 107, Hardtrasse, Bâle (Suisse).
- 1906 SCHÖENERS, 25, avenue de Saint-Ouen, Paris, XVII.
- 1879 SEGRÉ (Claudio), Ingénieur en chef de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'Etat, Transtevere-Rome (Italie).

- 1906 SEIDLITZ (W. von), Dr ès sciences, Assistant à l'Institut géognosto-paléontologique de l'Université, Ruprechtsauerallee 11^b, Strasbourg (Alsace-Lorraine).
- 1894 500 SENA (Joachim C. Costa), Directeur de l'École des Mines d'Ouro-Preto (Minas-Geraes, Brésil).
- 1866 SEUNES (Jean), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 40, faubourg de Fougères, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- 1895 SEVASTOS (Romulus), Docteur ès sciences, 33, rue Sărărie, Jassy (Roumanie).
- 1904 SIMEH (Francisco-Rodolpho), Directeur du Musée de l'État du Rio-Grande du Sud, 587, Andradas, Porto-Alegre (Brésil).
- 1899 SIMON (Auguste), Ingénieur, Directeur des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).
- 1881 SIX (Achille), Professeur au Lycée, 22, rue d'Arras, Douai (Nord).
- 1902 SKINNER (Lieutenant-Colonel B. M.), Peshawar (Indes britanniques).
- 1893 SKOUPHOS (Th.), Conservateur du Musée minéralogique et paléontologique de l'Université, Athènes (Grèce).
- 1879 [P] SOCIÉTÉ ANONYME DES HOUILLÈRES de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).
- 1884 SOCIÉTÉ D'ÉMULATION de Montbéliard (Doubs).
- 1878 510 SOCORRO (Marqués del), Professeur de Géologie à l'Université, 41, rua de Jacometrezo, Madrid (Espagne).
- 1899 SPIESS, Chef de Bataillon, 7^e régiment du Génie, Avignon (Vaucluse),
- 1861* STEFANESCU (Gregoriu), Professeur de Géologie à l'Université, 8, strada Verde, Bucarest (Roumanie).
- 1894 STEFANESCU (Sabba), Professeur de Paléontologie à la Faculté des Sciences, 2, boulevard Coltei, Bucarest (Roumanie).
- 1888 STEFANI (Carlo de), Istituto superiore, Piazza San Marco, Florence (Italie).
- 1902 STEHLIN (H. G.), Conservateur du Musée, Bâle (Suisse).

- 1886 STEINMANN (Gustav), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, 98, Poppelsdorferallee, Bonn (Allemagne).
- 1909* STEUER (Dr Alex.), Liebigstrasse, 37, Darmstadt (Allemagne).
- 1896 STÖBER (Dr F.), Chargé de Cours à l'Université, Laboratoire de Minéralogie, Institut des Sciences, rue de la Roseraie, Gand (Belgique).
- 1903 STREMOOUKHOFF (Dimitry), Conseiller à la Cour d'Appel, Maison Oulianof, log 24, Zoubowsky boulevard, Moscou (Russie).
- 1884 520 STUER (Alexandre), Comptoir français géologique et minéralogique, 4, rue de Castellane, Paris, VIII.
- 1896 STÜRTZ (B.), Comptoir minéralogique et paléontologique, 2, Reisstrasse, Bonn-sur-le-Rhin (Allemagne).
- 1863* TABARIES DE GRANSAINES, Avocat, 30, rue de Civry, Paris, XVI.
- 1907 TASSART (L.-T.), Ingénieur des Arts et Manufactures, 57, boulevard Pereire, Paris, XVII.
- 1881 TERMIER (Pierre), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur de Minéralogie à l'École des Mines, 164, rue de Vaugirard, Paris, XV.
- 1893* THEVENIN (Armand), Assistant de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 15, rue Bara, Paris, VI.
- 1904 THIÉRY (Paul), 57, rue Jeanne-d'Arc, Chaumont (Haute-Marne).
- 1898 THIOT, à Marissel, près Beauvais (Oise).
- 1883 THOMAS (H.), Sous-Ingénieur des Mines, Chef des travaux graphiques du Service de la Carte géologique de la France, 62, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.
- 1867 THOMAS (Philadelphie), Docteur en médecine, Gaillac (Tarn).
- 1884 530 THOMAS (Philippe), Vétérinaire principal de 1^{re} classe de l'Armée, 13, rue de Decize, Moulins (Allier).
- 1907 TORNQUIST (Dr A.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Königsberg (Prusse).
- 1872 TOUCAS (Aristide), Lieutenant-Colonel en retraite, 30, rue des Saints-Pères, Paris, VI.

- 1909 TOURNIER (Gaston), Rédacteur en chef de l'Écho minier et industriel, 31, rue Lepic, Paris, XVIII.
- 1900 TOURNOËR (André), à Ver, par Ermenonville (Oise).
- 1905 VACHER (Antoine), Chargé de cours de Géographie à l'Université (Fac. des Lettres), Rennes (I.-et-V.).
- 1894 VAFFIER, Docteur en médecine, Docteur ès sciences, Chânes, par Crèches (Saône-et-Loire).
- 1859* VAILLANT (Léon), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris, V.
- 1879 VALLAT (Jules de), ancien Maire du VI^e arrondissement, 1, rue Madame, Paris, VI.
- 1876* VALLOT (Joseph), Directeur de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc, 5, rue François-Aune, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1876* 540 VAN DEN BROECK (Ernest), Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, Secrétaire général honoraire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 39, place de l'Industrie, Q^r. L^d., Bruxelles (Belgique).
- 1909 VANDERNOTTE, Contrôleur des Mines, 21, avenue Reille, Paris, XIV.
- 1870 VAN KEMPEN (Charles), 12, rue Saint-Bertin, Saint-Omer (Pas-de-Calais).
- 1898 VAQUEZ (J.), Directeur d'École publique, Professeur de Géologie à l'École coloniale Jules-Ferry, 35, allée d'Antin, Le Perreux (Seine).
- 1874* VASSEUR (Gaston), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 29, boulevard d'Athènes, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1867 VÉLAIN (Charles), Professeur de Géographie physique à l'Univ. (Fac. des Sc.), 9, rue Thénard, Paris, V.
- 1902 VERMOREL (Victor), Directeur de la Station viticole, Villefranche (Rhône).
- 1873 VIALAY, Ancien Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, Semur-en-Auxois (Côte-d'Or).
- 1875 VIDAL (Luis Mariano), Inspecteur général des Mines, ex-directeur de la Carte géologique de l'Espagne, Diputación, 292, Barcelone (Espagne).
- 1891 VIDAL DE LA BLACHE (Paul), Professeur de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 6, rue de Seine, Paris, VI.

- 1905 550 VILLAFANA (Andrès), Aide-géologue à l'Institut géologique national, Mexico (Mexique).
- 1905 VILLARELLO (Juan D.), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprès, n^o 2728, Mexico (Mexique).
- 1901 VINCEY (Paul), Ingénieur-Agronome, Professeur départemental d'Agriculture de la Seine, 9, rue Eugène-Labiche, Paris, XVI.
- 1903 VINCHON (Arthur), Avocat, 78, rue Notre-Dame-des-Champs; Paris, VI.
- 1882 VISCHNIAKOFF (Nicolas), Gagarinsky péréoulok, Propre maison, Moscou (Russie).
- 1904 VLES (Fred), Préparateur de Zoologie à l'Université (Fac. des Sc.), 46, boulevard St-Michel, Paris, V.
- 1876 VOISIN (Honoré), Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy, Firminy (Loire).
- 1892* VULPIAN (André), Licencié ès sciences naturelles, villa des Bois, Lamballe (Côtes-du-Nord).
- 1907 WALLERANT (Fréd.), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.
- 1881 WELSCH (Jules), Professeur à l'Université (Faculté des Sciences) 5, rue Scheurer-Kestner, Poitiers (Vienne).
- 1907 560 WÓJCIK (Karimierz), Docteur ès sciences, Assistant de Géologie à l'Université, 6, rue Sainte-Anne, Cracovie (Autriche-Hongrie).
- 1871 WUHRER (Louis), Graveur, 4, rue de l'Abbé-de-l'Épée, Paris, V.
- 1905 ZEIL (Capitaine G.), Service géographique de l'Indo-Chine, Hanoï (Tonkin).
- 1870 ZEILLER (René), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École des Mines, 8, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.
- 1905 ZUBER (Dr Rudolf), Professeur de Géologie à l'Université, Lemberg (Autriche).
- 1880 ZUJOVIC (Jovan M.), Professeur à la Faculté des Sciences, 12, rue Kragujewaczka Ulica, Belgrade (Serbie).
- 1881 ZÜRCHER (Ph.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur général des travaux du Chemin de fer des Alpes bernoises, 45, Laubeckstrasse, Berne (Suisse).

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ
DISTRIBUÉS GÉOGRAPHIQUEMENT

EUROPE

France.

<p style="text-align: center;"><i>Ain.</i></p> <p>Bérourd (abbé). Chanel.</p> <p style="text-align: center;"><i>Aisne.</i></p> <p>Brouet. Lhomme.</p> <p style="text-align: center;"><i>Allier.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Alpes (Basses-).</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Alpes (Hautes-).</i></p> <p>Martin (D.). Pussenot.</p> <p style="text-align: center;"><i>Alpes-Maritimes.</i></p> <p>Ambayrac. Caziot. Guébbard (Dr). Maury (E.). Poirault (Georges). Vallot.</p> <p style="text-align: center;"><i>Ardèche.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Ardennes.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Ariège.</i></p> <p>Azéma. Croisiers de Lacvivier.</p> <p style="text-align: center;"><i>Aube.</i></p> <p>Lambert.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Aude.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Aveyron.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Belfort (Terr. de).</i></p> <p>Maitre. Meyer.</p> <p style="text-align: center;"><i>Bouches-du-Rhône.</i></p> <p>Bibl. mun. de Marseille. Dalloni. Domage. Joleaud. Joleaud (L.). Lonclas. Mauche. Repelin. Roux. Vasseur.</p> <p style="text-align: center;"><i>Calvados.</i></p> <p>Bigot. Houel. Labor. Géologie Fac. de Caen. Laurent (Arm.).</p> <p style="text-align: center;"><i>Cantal.</i></p> <p>Boule. Lauby. Marty.</p> <p style="text-align: center;"><i>Charente.</i></p> <p>Chauvet. Rejaudry.</p> <p style="text-align: center;"><i>Charente-Inférieure.</i></p> <p>.....</p>	<p style="text-align: center;"><i>Cher.</i></p> <p>Duvergier de Hauranne. Grossouvre (A. de).</p> <p style="text-align: center;"><i>Corse.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Côte-d'Or.</i></p> <p>Bréon. Collot. Epery (Dr). Vialay.</p> <p style="text-align: center;"><i>Côtes-du-Nord.</i></p> <p>Guilbert. Gernez. Vulpian.</p> <p style="text-align: center;"><i>Creuse.</i></p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;"><i>Deux-Sèvres.</i></p> <p>Boone (abbé).</p> <p style="text-align: center;"><i>Dordogne.</i></p> <p>Labat (Dr).</p> <p style="text-align: center;"><i>Doubs.</i></p> <p>Bresson. Fournier (E.). Girardot. Henry. Mouret. Soc. d'Emul. de Mont- béliard.</p> <p style="text-align: center;"><i>Drôme.</i></p> <p>Sayn.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<i>Eure.</i>	<i>Indre.</i>	<i>Maine-et-Loire.</i>
Fleury.	Balsan.	Bizard.
<i>Eure-et-Loir.</i>	<i>Indre-et-Loire.</i>	Cheux.
Aubert (Frédéric).	Grossouvre (G. de).	Oudry.
Bourgery.	Lecointre.	<i>Manche.</i>
<i>Finistère.</i>	<i>Isère.</i>	Maury.
.....	Allard.	<i>Marne.</i>
<i>Gard.</i>	Bibl. Univ. de Grenoble.	Collet.
Bonnes (F.).	Corbin (Raymond).	Dueil.
Carrière.	Dumolard.	Grenier.
C ^{ie} des Mines de la	Gevrey.	<i>Marne (Haute-).</i>
Grand'Combe.	Gignoux.	Daval.
Fabre (G.).	Kilian.	Thiéry.
Soc. des Houillères de	Lory (P.).	
Bessèges.	Poncin.	<i>Mayenne.</i>
<i>Garonne (Haute-).</i>	Reboul.	OEhlert.
Bibl. Univ. Médecine et	<i>Jura.</i>	OEhlert (M ^{me}).
Sc. de Toulouse.	Piroutet.	<i>Meurthe-et-Moselle</i>
Caralp.	<i>Landes.</i>	Éc. des Eaux et Forêts
Doumerc.	Lorrin.	de Nancy.
Garrigou.	<i>Loir-et-Cher.</i>	Godefroy.
Mengaud.	Delamarre.	Grand'Eury.
Paquier.	Filliozat.	Guillaume.
<i>Gers.</i>	<i>Loire.</i>	Imbeaux.
.....	Mallet.	Joly.
<i>Gironde.</i>	Voisin.	Nicklès.
Boreau.	<i>Loire (Haute-).</i>	Nicou.
Fallot.	Dreyfus.	Noël.
Gardé.	<i>Loire-Inférieure.</i>	<i>Meuse.</i>
Harlé.	Bureau (Louis).	Évrard.
Jacob (Charles).	Davy.	<i>Morbihan.</i>
Lataste.	Dumas.	.....
<i>Hérault</i>	Ferronnière.	<i>Nièvre.</i>
Bibl. Univ. de Montpel-	Gourdon.	Busquet.
lier.	Jourdy (Général).	<i>Nord.</i>
Delage.	<i>Loiret.</i>	Barrois.
Gennevaux.	.....	Bourgeat (abbé).
Léonhard.	<i>Lot.</i>	Delépine (abbé).
Miquel.	.....	Dollé.
Mourgues.	<i>Lot-et-Garonne.</i>	Douxami.
Sabatier-Desarnauds.	.....	Gossetet.
<i>Ille-et-Vilaine.</i>	.....	Leriche.
Bezier.	<i>Lozère.</i>	Moureau (abbé).
Kerforne.	Charreyre (abbé).	Six.
Seunes.		
Vacher.		

<i>Oise.</i>	Offret.	<i>Seine-et-Oise.</i>
Barret (abbé).	Riaz (de).	Barthélemy.
Janet (Ch.).	Riche.	Colas.
Thiot.	Roman.	Courty.
Tournouër.	Vermorel.	Desprez de Gésincourt.
		Euchène.
<i>Orne.</i>	<i>Saône (Haute-).</i>	Lab. de géol. de l'Éc. de
.....	Petitclerc.	Grignon.
		Larger (Dr);
<i>Pas-de-Calais.</i>	<i>Saône-et-Loire.</i>	Morgan (de).
Dutertre.	Bayle.	Negre.
Van Kempen.	Bonnardot.	Péroux.
Legay.	Chaignon (de).	Regnault (Édouard).
Lonquety.	Coste.	
Rigaux.	Lissajous.	<i>Somme.</i>
Sauvage.	Rouyer.	.....
Simon.	Vaffier.	<i>Tarn.</i>
		Thomas (Dr Ph.).
<i>Puy-de-Dôme.</i>	<i>Sarthe.</i>	<i>Tarn-et-Garonne.</i>
Aubert (Francis).	.....	.....
Bibl. Univ. de Clermont-	<i>Savoie.</i>	<i>Var.</i>
Ferrand.	Curet.	Jacquinet.
Charvilhat (Dr).	Hollande.	Michalet.
Garde.	Huot.	
Gautier (P.).	Révil.	<i>Vaucluse.</i>
Giraud (J.).		Chatelet.
Glangeaud.		Deydier.
	<i>Savoie (Haute-).</i>	Golfier.
<i>Pyrénées (Basses-).</i>	Bibliothèque d'Annecy.	Spiess.
Détroyat.		
Genreau.	<i>Seine.</i>	<i>Vendée.</i>
Gramont (Comte de).	<i>Les membres résidant</i>	Chartron.
O'Gorman (Comte G.).	<i>dans le département</i>	<i>Vienne.</i>
	<i>de la Seine ne sont pas</i>	Fournier (A.).
<i>Pyrénées (Hautes-).</i>	<i>mentionnés.</i>	Lebouteux.
.....		Welsch.
<i>Pyrénées-Orientales.</i>	<i>Seine-Inférieure.</i>	<i>Vienne (Haute-).</i>
Donnezan (Dr A.).	Boutillier.	Gorceix.
Mengel.	Fortin.	
	Le Marchand.	<i>Vosges.</i>
<i>Rhône.</i>		.....
Boyer.	<i>Seine-et-Marne.</i>	<i>Yonne.</i>
Coltron.	Lacoin (Capitaine).	Regnault (E.).
Depéret.	Lez.	
Doncieux.	Morin.	
Gaillard.	Roussel.	
Geandey.		

Alsace-Lorraine.

Bary (Em. de).
Bibl. Univ. de Stras-
bourg.
Friren (abbé).
Holzapfel.
Inst. géogn.-paléont. de
Strasbourg.
Mieg (Mathieu).
Seidlitz (von).

Allemagne.

Bamberg.
Bibl. univ. de Fribourg-
en-Brisgau.
Bornemann (L.-G.).
Haas (H.).
Jækel (Otto).
Kalkowsky (E.).
Kønen (von).
Oppenheim (P.).
Renz.
Rothpletz.
Steinmann.
Steüer.
Sturtz (B.).
Tornquist.

Autriche-Hongrie.

Arthaber (von).
Fritsch (Ant.).
Kuzniar.
Hørnes.
Limanowski.
Mus. nat. géol. d'Agram.
Nopcsa.
Poča.
Wojcik.
Zuber.

Belgique.

Arctowski.
Bibl. de l'Univ. cath. de
Louvain.
Cornet.
Dordolot (chanoine de).
Lab. de géol. de l'Univ.
de Liège.
Habets.
Latinis (L.).
Mourlon.

Stöber (F.).

Van den Broeck.

Bulgarie.

Allahverdjiëw.

Espagne.

Almera (chanoine).
Bofill y Poch.
Calderon.
Cortazar (de).
Dallemagne.
Font y Saguè.
La Cruz (de).
Landerer.
Maurice.
Miquel e Yrizar.
Socorro (M^{es} del).
Vidal (L. M.).

Finlande.

Ramsay (Wilhelm).

Grande-Bretagne.

Allorge.
Geikie (Sir A.).
Harmer (F.-W.).
Hughes.
Skinner.

Grèce.

Kténas.
Négris (Ph.).
Skouphos.

Italie.

Capellini.
Cocchi.
Dal Piaz.
Fairman.
Mattirolo.
Portis.
Rovereto.
Sacco (Fed.).
Sangiorgi.
Segré.
Stefani (de).

Pays-Bas.

Brouwer.
Molengraaff.
Sandberg.

Portugal.

Choffat.
Comm. Serv. géol.
Lima (Wenceslau de).
Oliveira (d') Machado e
Costa.
Pereira de Sousa.

Roumanie.

Mircea.
Mrazec.
Munteanu-Murgoci.
Popescu-Voitesti.
Popovici-Hatzeg.
Sevastos (R.).
Stefanescu (Gregoriu).
Stefanescu (Sabba).

Russie.

Bogdanowitch.
Karakasch (Nicolas).
Ilowaïsky.
pavlow.
tremoukhoff.
Vichniakoff.

Serbie.

Zujović.

Suisse.

Argand.
Bibl. de l'Univ. de Bâle.
Brunhes (J.).
Delebecque (A.).
Derwies (M^{lle} V. de).
Duparc.
Fallot (Paul).
Favre (Ern.).
Golliez.
Heim.
Joukowsky (E.).
Lugeon.
Mermier.
Sarasin.
Schardt (A. Hans).
Schmidt (Carl).
Stehlin.
Zürcher.

AFRIQUE

Algérie. Brives. C ^{ie} des Minerais de fer de Mokta-el-Hadid. Doumergue. Dussert. Espinass. Ficheur. Flamand (G. B. M.). Gautier (E.-F.).	Jacob (Henri). Mérigeault. Savornin. Égypte. Ball (John). Couyat. Fourtau. Pachundaki.	Madagascar. Merle. Transvaal. Jorissen. Tunisie. Bédé. Bursaux.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

AMÉRIQUE

Br. sil. Sena (J.). Simeh (F.-R.). Canada. Laflamme (Mgr J. C. K.). Rép. Dominicaine. Moscoso (de).	États-Unis. Branner (J. C.). Dale (N.). Darton. Eastman. Harris (G. D.). Libbey. Lyman. Ritter. Rothwell.	Mexique. Aguilar y Santillan. Aguilera. Burckhardt. Florès. Ordoñez. Roblès. Villafañã. Villarello. Pérou. Bravo. Lissón.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ASIE

Indes Britanniques. Skinner.	Tonkin. Counillon. Deprat.	Lantenois. Mansuy. Zeil (C ^{ne}).
----------------------------------------	-----------------------------------------	---------------------------------------------------

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS EN 1909

MM. A. Agnus. J. M. Colcanap. M. Gondin.	MM. Ch. A. Gourbine. * Léon Janet.	MM. L. Seguenza. G. N. Zlatarski.
------------------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

PRIX ET FONDATIONS

DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Les prix dont la Société dispose sont décernés chaque année par une Commission constituée de la manière suivante :

- 1° Le Président et les Vice-Présidents de l'année courante ;
- 2° Les anciens Présidents de la Société ;
- 3° Les anciens Lauréats des Prix de la Société ;
- 4° Cinq membres de province désignés par le Conseil dans sa première séance.

Cette Commission se réunit dans le courant du premier trimestre.

PRIX VIQUESNEL

Le prix fondé en 1875 sous le nom de Prix Viquesnel et destiné à l'encouragement des études géologiques est *biennal*. Le lauréat, sans distinction de nationalité, doit être membre de la Société.

Ce prix consiste en une médaille conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par M^{me} Viquesnel (environ 500 francs).

Ce prix sera distribué en 1910.

PRIX FONTANNES

Le prix fondé en 1888 sous le nom de Prix Fontannes et destiné à récompenser l'auteur français du meilleur travail *stratigraphique publié pendant les cinq dernières années*, est décerné tous les deux ans, alternativement avec le Prix Viquesnel.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 300 francs, et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par Fontannes (environ 1 000 francs).

Ce prix sera distribué en 1911.

PRIX PRESTWICH

Le Prix Prestwich, institué en 1902, en suite du legs fait à la Société par Sir Joseph Prestwich, est *triennal*. Conformément aux volontés du testateur, ce prix doit être accordé à *un ou plusieurs* géologues, *hommes ou femmes*, de nationalité quelconque, *membres ou non* de la Société géologique de France, qui se sont signalés par leur zèle pour le progrès des sciences géo-

logiques. Les lauréats devront être choisis, autant que possible, de telle sorte que le prix puisse être considéré par eux comme un encouragement à de nouvelles recherches.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 250 francs et en une somme d'environ 600 francs. La médaille n'est pas nécessairement attribuée à la même personne que la somme d'argent; le titre de lauréat n'appartient qu'au titulaire de la médaille.

En conformité avec les intentions du testateur « il est loisible au Conseil de décider que les arrérages du legs seront accumulés, pendant une période n'excédant pas six années, pour être appliqués à une recherche spéciale portant sur la stratigraphie ou la géologie physique, la dite recherche devant être poursuivie, soit par une seule personne, soit par une commission. Faute d'un tel objet, les arrérages pourront être accumulés pendant trois ou six ans, selon que le Conseil en décidera, et être employés à tel but qu'il jugera utile ».

Ce prix sera distribué en 1912.

PRIX GAUDRY

Ce prix qui sera distribué pour la première fois en 1911, est *annuel*. Conformément aux volontés du testateur « les revenus de la somme léguée serviront tous les ans à donner une médaille d'or, sous le nom de médaille Albert Gaudry, à un paléontologiste ou à un géologue français ou étranger. Le restant de la somme qui n'aura pas été employé pour la médaille sera attribuée chaque année à un savant ayant besoin d'être aidé dans ses études ».

La médaille est d'une valeur de 800 francs environ; la somme distribuée de 400 francs.

MISSIONS C. FONTANNES

M^{me} Veuve Fontannes a légué à la Société un capital dont les arrérages (environ 1 000 francs) sont tous les ans mis à la disposition du Conseil de la Société, pour être affectés, sans aucune périodicité prévue, à des missions utiles aux progrès des sciences géologiques.

FONDATION BAROTTE

Les sommes en provenant constituent une caisse de secours en faveur des géologues ou de leur famille. Elles sont distribuées par le Conseil, après enquête.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 10 Janvier 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. DOLLOT, VICE-PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Henry Regnard**, secrétaire général de l'Association des Ingénieurs, Architectes et Hygiénistes municipaux de France, Suisse, Belgique et Luxembourg, à Paris, présenté par MM. Henri Douvillé et Jules Bergeron.

R. Humery, à Paris, présenté par MM. G. Ramond et Paul Combes.

Trois présentations sont annoncées.

On procède, conformément aux dispositions du règlement, à l'élection d'un président pour l'année 1910.

M. A. Lacroix ayant obtenu 162 voix sur 178 votants est élu président pour l'année 1910.

Le Secrétaire informe la Société que plusieurs de nos confrères ne pouvant assister à la séance ont cru pouvoir envoyer sous pli cacheté des bulletins de vote pour l'élection des vice-présidents et des membres du Conseil. Un autre membre demande par lettre la modification du système de scrutin employé actuellement ; d'après lui, les élections actuelles sont faites exclusivement par les membres présents à la séance et les membres de province ne peuvent émettre leur opinion.

M. G. Ramond prend la parole pour soutenir cette manière de voir.

Le règlement ne prévoyant pas le vote par correspondance et la discussion sur ce sujet n'ayant pas été inscrite à l'ordre du jour, la Société procède au vote suivant la tradition et la question est renvoyée à l'examen du Conseil. Sont nommés successivement :

Vice-présidents : M. D. OEHLERT, Mme P. OEHLERT, MM. Luis Mariano VIDAL, Maurice COSSMANN.

Membres du Conseil : MM. Emm. de MARGERIE, A. DOLLOT, H. BOURSAULT, Stanislas MEUNIER.

Séance du 17 Janvier 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

M. A. Lacroix prend la parole en ces termes :

« Mes chers confrères,

« Un cruel destin m'a, pour quelques instants, pourvu d'un polymorphisme heureusement fort rare, faisant de moi au début de cette séance de transmission de pouvoirs, l'introducteur et l'introduit.

« Et, déjà, il me faut vous rappeler un deuil.

« M. LÉON JANET a été un président habile et dévoué; il laissera parmi nous le souvenir d'un confrère bienveillant, passionné pour cette géologie parisienne, qui tient une si grande place ici. Les faveurs de la politique ne lui avaient pas fait oublier qu'il était géologue. Venant après beaucoup d'autres honneurs, celui de vous présider lui parut enviable; il lui fut précieux.

« Permettez-moi de remercier en son nom, et un peu au mien, ses collaborateurs du bureau sortant; les vice-présidents, MM. Édouard et Louis Bureau, M. A. Dollot, puis notre dévoué trésorier, M. L. Carez, nos secrétaires, M. Paul Lemoine et M. Couffon, dont l'inlassable activité a été intelligemment secondée par leurs collègues du secrétariat, MM. Jodot, Lanquine, par l'archiviste, M. Cottreau et enfin par M. Mémin.

« Une tradition, aussi vieille que la Société géologique elle-même, veut qu'en prenant possession de son fauteuil, votre nouveau président mette en opposition la grandeur de l'honneur que vous venez de lui faire et la modestie de ses mérites. Je n'aurais garde de manquer à cette louable coutume, mais je vous demande la permission de ne pas m'y attarder et d'y ajouter quelque chose.

« En m'élevant à la présidence, vous avez, mes chers confrères, donné un bien mauvais exemple. Jusqu'à ce jour en effet, vous aviez réservé vos suffrages à des hommes ayant rendu de grands et longs services non seulement à la Géologie, mais encore à la Société géologique de France.

« Certes, je suis des vôtres depuis vingt-cinq ans, et rien de ce qui s'est passé ici depuis un quart de siècle ne m'a laissé indifférent; j'ai suivi vos travaux avec le plus vif intérêt, mais je dois reconnaître — et je m'en accuse — que je les ai suivis d'un peu loin.

« Vous venez de me rappeler à l'ordre de fort galante façon, en me mettant dans la nécessité, un peu paradoxale, d'être sur-le-champ un bon président pour apprendre à devenir plus tard un membre passable. J'apprécie toute l'élégance de la leçon et je vous donne l'assurance que c'est sans aucun effort que j'en profiterai.

« J'ai le très grand plaisir de retrouver au Secrétariat et à la Trésorerie tous les collaborateurs que j'ai eu l'avantage d'apprécier l'an dernier.

« Il m'est particulièrement agréable de souhaiter la bienvenue aux nouveaux vice-présidents. Dans un milieu où l'étude des lois de l'évolution est fort en honneur, vous avez voulu montrer qu'aucune hardiesse ne vous effrayait. Alors que dans une Société voisine, qui est notre aînée, on discute encore sur la question de savoir si les femmes géologues doivent être acceptées comme membres, vous avez appelé l'une d'elles à la vice-présidence. Vous avez tenu à témoigner ainsi votre estime pour une collaboration active à des travaux scientifiques hautement appréciés et en même temps remercier Mme OEhlert du dévouement et de la grâce qu'elle a mis à votre service pour la réussite de notre Réunion extraordinaire de 1909.

« Par un habile dosage, vous avez su compenser la présence d'un minéralogiste à votre tête en lui donnant pour vice-présidents un groupe de brillants paléontologistes et géologues. M. et Mme OEhlert, MM. Vidal et Cossmann voudront bien accepter mes félicitations cordiales.

« Je vous parlais tout à l'heure de tradition, il en est une qui tendait à s'introduire chez nous. Comme aux nations prospères, depuis quelques années, il est arrivé à notre Société d'avoir des soucis d'argent, et nos présidents successifs, dans leur allocution d'ouverture, n'ont pas manqué de vous en entretenir avec inquiétude.

« L'année qui vient de finir se solde par un petit excédent. Au risque de scandaliser fort notre cher Trésorier, je n'hésite pas à vous déclarer que j'en éprouve un profond regret. Ce n'est pas, hélas, en effet, seulement grâce à l'habileté de M. Léon Carez que ce résultat a été obtenu. Un règlement intérieur a tout d'abord restreint la place donnée à chaque membre dans le Bulletin, puis nos Mémoires de Paléontologie n'ont guère paru l'an dernier, enfin, notre Bulletin n'a presque pas paru du tout.

« Une Société comme la nôtre n'est pas faite pour collectionner des obligations de chemin de fer, mais pour produire des travaux nombreux et importants, fût-ce même aux dépens de ses économies. Il est urgent non seulement de regagner le temps perdu, mais encore de prendre de l'avance. Ces longs retards ne nous sont pas tous imputables, il est vrai ; ils sont surtout le résultat d'une grève persistante de typographes. Votre Conseil a jugé opportun de changer d'imprimeur ; nous avons tout lieu de penser que celui qui est désormais chargé de nos publications sera exact ; mais, cela ne suffit pas, il faut que nous soyons exacts nous-mêmes. Ce changement d'imprimeur nous fournit une excellente occasion de prendre ou de reprendre de bonnes habitudes. Il existe, m'a-t-on dit, un règlement d'après lequel le manuscrit de toute communication doit être remis au plus tard quinze jours après la présentation ; un délai de huit jours est accordé aux auteurs pour la correction de leurs épreuves. Tout retard doit entraîner le report du

mémoire à la suite des travaux présentés à la séance suivante. C'est là un excellent programme, mais il faut le suivre.

« Je sais que je puis compter sur la ponctualité et le dévouement à toute épreuve de nos Secrétaires, vous pouvez compter sur la fermeté de votre Président pour faire appliquer strictement le règlement et si quelqu'un d'entre vous conçoit un peu de mauvaise humeur pour des mesures aussi impératives, il la chassera bien vite en pensant à la satisfaction que nous éprouverons tous à voir notre Bulletin paraître régulièrement.

« Je terminerai par quelques mots sur une réforme mise à l'essai pour la première fois aujourd'hui.

« Les habitudes ont beaucoup changé à Paris depuis la fondation de notre Société en 1832 ; les séances ont été tenues tout d'abord à 7 heures du soir ; en 1875, elles ont été fixées à 7 h. 1/2, en 1880, à 8 heures, puis plus tard à 8 h. 1/2. Cette dernière heure gêne actuellement beaucoup des nôtres et les tient souvent éloignés de nous, quand elle n'est pas prohibitive pour eux. Saisi de la question, votre Conseil a pensé qu'il y avait quelque chose à tenter, et il a décidé, espérant satisfaire tout le monde — tâche bien ingrate et peut-être illusoire — de mettre à l'essai pendant trois mois une séance d'après-midi mensuelle. J'ai ouï dire que cette timide mesure avait soulevé quelques protestations ; permettez-moi de vous faire remarquer, mes chers confrères, que si la vie en commun a beaucoup d'avantages, elle entraîne des inconvénients. Dans un ménage harmonieux, chaque conjoint fait des concessions à l'autre sans les lui jeter à la tête. Agissons de même, acceptons de bonne grâce cet inoffensif changement à nos habitudes, puisqu'il est souhaité par une portion importante de ceux qui désirent assister à nos réunions : pour conserver toutes nos aises, ne gênons pas notre voisin.

« L'un des charmes d'une Société telle que la nôtre est de réunir des hommes d'origine, de situation, d'occupations et d'âge différents dans une égalité parfaite de devoirs et de droits, gardons-nous d'établir parmi nous de petites chapelles, poursuivons en paix notre commun idéal de recherches scientifiques et si l'occasion se présente à nous de modifier, pour le perfectionner, quelque rouage de notre organisme, étudions la question sans esprit de conquête, dans le seul but de rendre notre demeure plus hospitalière pour le plus grand nombre possible. »

Le Président transmet les remerciements de MM. Stanislas MEUNIER et L. M. VIDAL.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Albert Pinard**, à Paris, présenté par MM. G. Grandidier et Paul Lemoine.

Le Dr **Pontier** à Lumbres (Pas-de-Calais), présenté par MM. A. Lacroix et de Givenchy.

Grandjean, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'École des

Mines de Saint-Étienne, présenté par MM. Henri Douvillé et P. Termier.

Une présentation est annoncée.

M. **A. Lacroix** présente : 1° un volume intitulé « Minerais et minéraux du Tonkin : Contribution à l'étude de la minéralogie de l'Indo-Chine », par M. **G. Dupouy**, chimiste au Service des Mines de l'Indo-Chine (8°, 163 p., une carte) ; 2° une note qu'il a publiée dans *la Géographie* « Sur le travail de la pierre polie dans le haut Oubanghi » (XX, pp. 201-206, fig.).

M. Couffon offre de la part de M. **Hermann** une intéressante réimpression fac-similé de l'ouvrage de **CLAIRAUT**, paru en 1808, « Théorie de la figure de la Terre tirée des principes de l'hydrostatique », 2° édition (Paris, Hermann, 8°, 303 p., fig.).

M. **M. Boule** fait hommage à la Société de l'agrandissement d'une des meilleures photographies d'Albert Gaudry. Il espère que le Conseil voudra bien faire placer, dans la salle des séances, le portrait d'un confrère illustre qui a si grandement honoré la Société et lui a donné tant de preuves morales et matérielles de son affection.

A ce portrait sont jointes une notice nécrologique publiée dans *l'Anthropologie* et la liste des travaux scientifiques d'Albert Gaudry insérée dans les *Nouvelles Archives du Muséum*.

M. **M. Boule** offre encore à la Société quelques tirés à part de ses dernières publications :

1° Deux notes parues dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* ; l'une, sur l'existence d'une flore et d'une faune permienne à Madagascar ; l'autre sur la découverte, par le regretté capitaine Colcanap, de la houille dans notre grande possession africaine. L'auteur compte entretenir prochainement la Société de ces nouvelles découvertes et entrer dans quelques détails à leur sujet ;

2° Un mémoire paru dans *l'Anthropologie*, sous le titre : « Observations sur un silex taillé du Jura et sur la chronologie de M. Penck. » L'auteur s'attache à montrer, sans s'attaquer d'ailleurs au système géophysique du savant allemand, que M. Penck s'est complètement trompé dans ses rapprochements chronologiques, pour ce qui touche à la paléontologie humaine et aux données d'archéologie préhistorique ;

3° Une série de notes parues dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et dans *l'Anthropologie* sur l'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints, sur ses conditions de gisement, sur sa craniologie, sa capacité cérébrale, la morphologie de son squelette. On peut dire que la notoriété de ce fossile humain, le plus important qui ait été découvert ou décrit jusqu'à présent, est aujourd'hui mondiale.

M. Cossmann dépose, en son nom et au nom de **M. Peyrot**, son collaborateur, la première livraison d'une monographie intitulée : « Conchologie néogénique de l'Aquitaine. »

C'est l'édition in-4° d'un travail publié dans les *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, avec 3 cartes et 7 planches de fossiles. La faune de l'Aquitanién, du Burdigalien, de l'Helvétien et du Tortonien de la Gironde, des Landes et des Basses-Pyrénées n'a jamais été l'objet d'une étude d'ensemble, à part les travaux très anciens de Basterot et de Grateloup ; le but des auteurs est de combler cette lacune. Cette première livraison contient : une introduction, dans laquelle on s'est proposé d'indiquer où se trouvent les principaux gisements et à quel niveau on les place actuellement ; un essai de classification complète de la classe des Pélécy-podes, dans lequel **M. Cossmann** a repris la notation des dents de la charnière proposée par **Munier-Chalmas** et **Félix Bernard** ; la description d'une centaine d'espèces, depuis les Clavagelles jusqu'aux Tellines exclusivement.

M. Cossmann fait remarquer que de cette première livraison — et aussi de la seconde dont le manuscrit est déjà prêt — il semble se dégager deux faits importants qui se confirment au fur et à mesure de l'avancement du travail : 1° il paraît y avoir une coupure très nette entre l'Oligocène (Gaas par exemple) et l'Aquitanién que beaucoup de géologues classent d'ordinaire comme Oligocène supérieur, tandis que la liaison entre l'Aquitanién et le Burdigalien s'affirme comme beaucoup plus intime ; cette conclusion repose non seulement sur la détermination minutieuse des espèces, mais surtout sur l'apparition, dans l'Aquitanién, d'un grand nombre de genres néogéniques dont il n'était pas question dans l'Éogène (Éocène et Oligocène), de même que sur la disparition, dans l'Aquitanién, de plusieurs groupes encore bien représentés dans l'Éogène ; 2° il y a plus d'analogie entre cette faune de l'Aquitaine et celle vivant encore sur les côtes du Sénégal¹, qu'avec celle de la Touraine dont beaucoup d'espèces, — qu'on croyait identiques à celles du Bordelais — sont nettement distinctes.

M. P. H. Fritel offre un exemplaire du « Guide Géologique et Paléontologique » qu'il vient de publier².

Dans cet ouvrage l'auteur n'énumère pas moins de 450 localités, sur l'état actuel desquelles il donne des renseignements, surtout au point de vue des récoltes qui peuvent y être faites. L'emplacement des gisements est précisé par un signe spécial placé sur les cartes qui accompagnent l'ouvrage ou sur les nombreux croquis intercalés dans le texte. Ces renseignements sont complétés par l'énumération précise des com-

1. Fait déjà mis en lumière par **M. G. Dollfus**.

2. 1 vol. in-8°, 356 p., 162 fig. dans le texte et 25 cartes (Les fils d'Émile Deyrolle, éditeurs).

munes, cantons, arrondissements et départements sur le territoire desquels les gisements sont situés, par des itinéraires et l'indication de la ligne de chemin de fer et de la station la plus rapprochée desservant la localité.

Quand celle-ci offre des espèces spéciales, une liste de ces dernières accompagne les renseignements stratigraphiques sur leur gisement.

M. P. H. Fritel offre les n^{os} 4 et 5 (avril et mai 1909) du *Journal de Botanique*, contenant les deux premiers articles qu'il consacre à la révision de la flore des grès yprésiens de Belleu, le n^o 541 (15 septembre 1909) du journal le *Naturaliste*, contenant la suite de son étude sur les Nymphéacées fossiles.

Dans ce dernier article l'auteur démontre que les empreintes d'Häring (Tyrol), interprétées par d'Ettingshausen comme fruits d'*Eucalyptus*, sont en réalité les restes des cicatrices pétiolaires et radiculaires qui ornent les rhizomes des Nymphéacées et plus particulièrement ceux du genre éteint *Anæctomeria* SAP.

W. Kilian. — *Sur l'origine du groupe de l'Am. Percevali UHL. du Barrémien.*

L'examen des tours internes d'un échantillon exceptionnellement bien conservé de cette espèce, provenant du Barrémien de Comps (Var), a permis à M. Kilian de constater que ces tours internes ont tous les caractères des *Spiticerias* valanginiens (et berriasiens) du groupe de *Sp. diense* SAYN sp., *Sp. conservans* UHL. pp. *Breveti* POM. sp.; *Sp. Karbense* POM. sp. La ligne cloisonnaire des formes du groupe de *Am. Percevali-Guerinianus*, figurée par M. Uhlig, montre d'autre part des rapports étroits avec celle de certains *Spiticerias* (*Sp. conservans* UHL., *Sp. Karbense* POMEL sp.) et offre comme ces derniers un lobe siphonal très profond. Il convient donc de considérer la série de formes barrémiennes tour à tour attribuées aux genres *Aspidoceras* par M. Uhlig et *Pachydiscus* par MM. Haug et Kilian, comme ayant son origine dans les *Spiticerias* valanginiens. M. Kilian propose de désigner ces formes sous le nom de *Paraspiticerias*; ce genre comprendrait *Parasp. Percevali* UHL. sp., *Parasp. Guerinianum* D'ORB. sp. et *Parasp. pachyocyclum* UHL.

Jules Welsch. — *A propos de l'âge des grès à plantes de l'Anjou et des fossiles roulés en général*¹.

J'ai vu, moi aussi, dans les sables et grès à *Sabalites*, des fossiles en mauvais état, brisés, usés et même roulés; mais j'en possède qui sont en parfait état, et cela me suffit pour conclure qu'une assise qui renferme de nombreuses *Rhynchonella vespertilio* est sénonienne.

1. Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, séances des 22 nov. et 20 déc. 1909.

Tous ceux qui ont cherché des fossiles, dans certaines formations, savent qu'ils ne sont pas tous bien conservés, surtout dans les sables et les grès. C'est ainsi que, dans les faluns, la très grande majorité des fossiles de gisements que je connais est en mauvais état ; la plupart des exemplaires sont roulés et usés ; on choisit les meilleurs, et, en réalité, dans les collections, on n'a pas du tout l'image réelle d'un gisement.

Du reste, il n'y a qu'à voir les fossiles figurés dans certains travaux paléontologiques pour constater combien d'exemplaires sont brisés, écrasés, usés ou roulés ; et même, parmi eux, on en décrit comme types d'espèces !

Si tous les individus brisés, écrasés, usés ou roulés devaient être considérés comme n'étant pas en place, dans la formation où on les trouve, la géologie paléontologique serait toute à refaire.

Sur le bord de la mer, aux Sables-d'Olonne et ailleurs, de nombreuses coquilles actuelles sont déjà brisées, écrasées, usées ou roulées. J'estime qu'il en peut être de même dans une formation sableuse marine et sénonienne.

A mon avis, la chose importante serait de figurer des fossiles d'âge bartonien (Sables de Beauchamp), pour ceux qui prétendent que les grès de l'Anjou sont de cet âge, ou même d'en trouver et d'en citer.

Pareille conclusion pour ceux qui admettent l'âge lutécien.

A propos de cette communication M. P. H. Fritel fait remarquer que l'abbé Boulay, dans une étude sur la flore des grès de Saint-Saturnin¹, signale la présence dans ces grès de feuilles linéaires, rubannées, à nervation pennée, très serrée, qu'il désigne et figure sous le nom d'*Apocynophyllum ligerinum*. Or des empreintes absolument identiques à ces dernières ont été rencontrées par M. Fritel, dans le Calcaire grossier supérieur (banc vert) du Bassin de Paris ; il considère même cette forme, avec *Nerium parisiense* dont elle est voisine, comme l'une des plus caractéristiques de cette florule lutétienne. Jusqu'à présent cette forme paraît faire défaut dans les flores antérieures au Lutétien, ainsi d'ailleurs que le *Nerium* précité, qui au contraire est répandu dans les grès bartoniens des environs de Paris, à Beauchamp, par exemple.

1. Abbé BOULAY. Plantes fossiles des grès tertiaires de Saint-Saturnin. *Journ. de Botan.*, t. II, p. 155, pl. VI, fig. 7-11, 1888.

NOUVELLE NOTE SUR LA CUENCITA DE LA SEO DE URGEL

PAR **Marcel Chevalier.**

Dans une note précédente¹, je signalais dans les environs de la Seo de Urgel (province de Lerida) et pendant la période miocène la présence de grands Mammifères analogues à ceux de la Cerdagne.

Les recherches que j'ai pu faire au cours de l'été 1909 m'ont permis de découvrir de nouveaux échantillons. Ces derniers ont été étudiés au laboratoire de paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle et viennent confirmer et compléter mes premières observations.

Dans un barranco situé presque sous le village d'Alas, dans des couches de lignite, intercalées entre des argiles rouge foncé, nous avons recueilli des Planorbes, des Linnées, des Helix, malheureusement difficilement déterminables. Nous y avons également recueilli une prémolaire supérieure d'*Hipparion gracile* KAUP.

Mais c'est encore dans la colline du Firal, qui jusqu'ici avait déjà fourni les meilleurs échantillons de la région, que nous avons pu recueillir de nouveaux et très bons fragments fossiles. Tous sont remarquables par leur patine, la couleur rosée caractéristique qu'ils présentent, et proviennent des argiles bariolées roses et blanches de la base.

Ces nouvelles pièces sont les suivantes :

a. Une molaire supérieure gauche d'*Aceratherium tetradactylum* LARTET identique à celle de l'échantillon n° 2380 de la galerie de Paléontologie du Muséum.

b. Deux fragments de molaires inférieures de lait d'un Rhinocéros, mais indéterminables spécifiquement.

c. Trois fragments de bois, et une molaire de *Cervulus Dicranocerus* KAUP.

d. Quatre incisives supérieures d'*Hipparion gracile* KAUP.

e. Une série de cinq molaires supérieures gauches d'*H. gracile* KAUP (2^e, 1^{re} molaire, 3^e, 2^e, 1^{re} prémolaire).

f. Une série de cinq molaires supérieures droites d'*H. gracile* KAUP (3^e, 2^e, 1^{re} molaire, 2^e, 1^{re} prémolaire).

Toutes ces molaires supérieures d'*H. gracile* possèdent une

1. Marcel CHEVALIER. Note sur la Cuencita de la Seo de Urgel. *B.S.G.F.*, (4) IX, 1909, p. 158.

colonnnette interlobulaire en forme d'ovale allongé et l'émail est très plissé comme chez les *Hipparion* d'Eppelsheim.

Ainsi la présence simultanée de l'*Hipparion gracile* et de l'*Aceratherium tetradactylum* dans la cuencita de la Seo de Urgel, ne semble pas douteuse.

L'abondance des restes d'*Hipparion* montre que dès le Tortonien, ces solipèdes ont dû errer par bandes nombreuses dans les vastes pâturages qui entouraient le lac de la Seo ; il y avait communication relativement facile entre ce lac et ceux de la Cerdagne. L'étroit défilé de Torres, qui a dû exister dès cette époque, pouvait être facilement franchi par tous les animaux de la région.

LE CARBONIFÈRE D'OUM EL ASEL ET DE TAZOULT (SAHARA)

PAR R. Chudeau.

Le regretté capitaine Grosdemange¹ m'avait remis quelques fossiles qu'il avait amassés à Oum el Asel; en même temps qu'eux, j'ai étudié des échantillons, recueillis par E. F. Gautier et moi à Tazoult (Touat) en 1905 et qui ne sont parvenus à Paris qu'il y a quelques mois.

E. F. Gautier a déjà donné quelques renseignements sur le gisement de Tazoult (Touat, 27° 16 lat. N. et 2° 30' long. W.). Le seul point où l'on voit bien les assises est l'ensemble des deux monticules qui forment la « Croupe de la Négresse » (fig. 1); les assises qui plongent d'une vingtaine de degrés vers le Sud ont

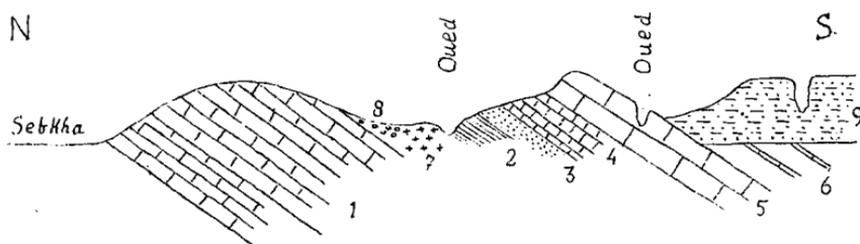


Fig. 1. — CARBONIFÈRE DE TAZOULT.

1, Calcaire bleu foncé, en bancs de 5 à 10 cm. Polypiers, *Spirifer*; 2, Argiles, souvent couvertes d'éboulis; 3, Grès en plaquettes; 4, Marnes et calcaires en bancs minces très fossilifères (*Phillipsia*); 5, Calcaire compact, 5 m., Polypiers; 6, Calcaire carbonifère au fond de la Sebkha; 7, Roche éruptive (ophite?), affleurement de quelques mètres carrés, qui ne semble pas troubler la concordance des assises; 8, Sable éolien; 9, Grès crétacés, horizontaux, placage mio-pliocène (20-30 m.). — La coupe a environ 1 km. de long.

environ 250 m. de puissance. Le fond de la sebkha montre assez fréquemment des lambeaux carbonifères qui, vers le Nord, disparaissent pour faire place au Dévonien. Vers l'Est, le Carbonifère est recouvert en discordance par des grès horizontaux appartenant au Crétacé, contre lesquels sont souvent plaqués des lambeaux de Mio-Pliocène.

Vers le Sud, le Carbonifère, souvent masqué par du Quaternaire, se prolonge fort loin; il se relie au Carbonifère de l'oued Botha, au Sud du Tidikelt²; Gautier l'a retrouvé, en couches horizon-

1. Grosdemange a été tué le 30 novembre 1909, à Achourat, dans une rencontre avec un rezzou provenant du Sud marocain. (*Bull. Com. Afr.*, janv. 1910, carte).

2. Ce Carbonifère n'a jamais été étudié sérieusement. E. F. GAUTIER. *Sahara algérien*, 1908, p. 286 et suiv., fig. 54.

tales, à hasi Rezeg Allah, à 150 km. environ au SW. du Touat 650 km. NW. de Taoudenni, vers 25°51' lat. N. et 3°25' long. W.

Sur Oum El Asel, il n'existe que quelques renseignements stratigraphiques très vagues, dus à O. Lenz qui signale dans l'Okar (Aokar, Aoukerr) des cailloux calcaires roulés, riches en fossiles paléozoïques; un peu plus loin, il indique que le pays de Saffi (Safia) est formé des mêmes calcaires bleu foncé qui couvrent le sol sous forme de larges plaques qui semblent horizontales (O. LENZ, Timbouctou, trad. Lehautcourt, 1886, II, p. 71-72).

On a des renseignements un peu plus précis sur le Carbonifère de la hammada El Haricha, dont le pays de Safia n'est que l'extrémité occidentale. Mussel¹ qui a pu l'étudier à El Biar, près Taoudenni, nous a appris que le Carbonifère en couches presque horizontales repose directement sur des schistes verticaux métamorphiques (Silurien, Précambrien?) qui se développent largement au Nord de la hammada, dans l'Aoukerr. Comme au Sahara les noms de pays sont le plus souvent des noms communs dépendant de la nature du sol, il est vraisemblable que le pays de Safia, entouré lui aussi d'un Aoukerr, présente les mêmes conditions stratigraphiques.

Les fossiles de ces divers gisements, tous ramassés à la surface, sont assez peu nombreux; quelques-uns sont silicifiés; d'autres sont polis par le sable. Dans un cas comme dans l'autre, l'ornementation devient peu nette; les déterminations sont souvent douteuses. J'ai pu cependant dégager d'un bloc de Tazoult quelques fossiles en meilleur état: ce gisement est très riche; situé sur une piste importante, il est d'accès facile.

Haug (in FOUREAU, Doc. Sc. de la Mission Saharienne, 1905, p. 782-813) a figuré (pl. xv), de l'erg d'Issaouan, un certain nombre d'espèces qui se retrouvent à Oum el Asel ou à Tazoult et a donné pour elles des indications bibliographiques suffisantes. Il a montré, dans le même mémoire, que ce même Carbonifère était au moins indiqué depuis le Sud marocain jusqu'en Arabie (p. 811 et suiv.).

Quant aux affinités zoogéographiques, si elles sont évidentes avec la Russie et l'Amérique du Nord, quelques espèces montrent aussi des relations avec l'Amérique du Sud.

NAUTILUS (VESTINAUTILUS) FAUCICARINATUS FOORD.

FOORD, Mon. Carb. Ceph. Ireland, p. 86, pl. xxiv.

Tazoult. Un fragment qui ne diffère du type anglais que par

1. MUSSEL et G. B. M. FLAMAND. *Bull. Comité Afr. fr.; Rens. Col.*, 1902, p. 142 et p. 174.

un plus grand rapprochement des cloisons; il y a entre deux cloisons 3 mm. au lieu de 5 mm.

ORTHO CERAS.

Tazoult. Plusieurs débris.

BELLEROPHON HIULCUS SOW.

Tazoult. Plusieurs échantillons de petite taille. On sait que cette forme se retrouve dans le « Productus limestone » du Salt Range (*B. Jonesianus* DE KON).

Cf. aussi *B. stanoellensis*. ETH. ET JACK, Geol. and Paleont. of New Guinea and Queensland, p. 289.

Rezegallah. Un grand *Bellerophon* (3 cm. 5 de large), malheureusement transformé en orbicules de silice, appartient certainement au même groupe.

BELLEROPHON (EUPHEMUS) URII FLEM.

Tazoult. L'unique échantillon présente seulement une trentaine de côtes spirales, variété pour laquelle Cox avait créé le *B. carbonarius*. Keyes (Paleont. of Missouri, 1894, II, p. 149) a montré qu'il fallait réunir ces deux formes.

Le gisement de Tazoult a fourni en outre des *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Myalina*, *Nucula*.

DIELASMA ITAITUBENSE LLHWYD.

O. DERBY. On the carboniferous Brachiopode of Itaituba, p. 1, pl. II, III et VI.

Tazoult. Indiqué dans l'Oural par Tschernyscheff, et dans le Salt Range (Waagen) ainsi qu'en Belgique (de Konink).

STREPTORHYNCHUS KING?

Tazoult et Rezegallah. Plusieurs débris de grandes valves.

ATHYRIS LAMELLOSA LÉVEILLÉ?

Oum el Asel.

SPIRIFER TRIGONALIS MARTIN.

DAVIDSON. Mon. brit. Carb. Brach. p. 222.

Tazoult. Quatre exemplaires se rapportent à cette espèce déjà signalée dans le Moscovien d'Égypte (Schellwien); l'un d'eux est identique au fossile de l'erg d'Issaouan figuré, sous le nom de *Sp. rectangulus* KUTORGA, par Haug (*l. c.*, p. 802, pl. xv, fig. 7); j'ai pu comparer directement les deux échantillons. Il rappelle de très près aussi *Sp. trigonalis* MAR. var. *bisulcatus* Sow. figuré par R. Jack et L. Etheridge jeune (The Geol. and Paleont. of Queensland and New Guinea, 1892, p. 230, pl. 9, fig. 15).

Le bloc calcaire qui renfermait ces *Spirifer* contenait aussi une area cardinale de *Syringothyris*.

SPIRIFER.

Groupe du *S. Striatus* MARTIN.

Trois échantillons de Oum et Asel, trop usés par le sable pour être déterminables.

SYRYNGOTHYRIS WINCHELL.

Tazoult. Oum el Asel.

Les échantillons d'Oum el Asel se trouvent dans les mêmes plaquettes gréseuses que *Pr. lineatus*. Ils ont une tendance très marquée à se cliver en trois compartiments dont les deux latéraux rappellent singulièrement des échantillons rapportés par O. Lenz et figurés par G. Stache (*Denks. den K. Ak. der Wiss. zu Wien*, pl. III, fig. 4 à 7).

PRODUCTUS LONGISPINUS SOW.

HAUG, *loc. cit.*, xv, fig. 9.

Tazoult.

PRODUCTUS LINEATUS WAAG.

HAUG, *loc. cit.*, xv, fig. 14.

Oum el Asel.

Waagen (*Salt-Rang fossile. Productus Limestone*, p. 668 et 676) est très affirmatif sur l'identité de l'échantillon figuré par Trautschold (*Die Kalkbrüche von Mjatschkowa*, V, 1) avec son *P. lineatus*, malgré l'absence de stries concentriques sur l'échantillon du Moscovien russe.

Les échantillons d'Oum el Asel se trouvent dans des blocs de grès avec des *Syringothyris*.

PRODUCTUS INFLATUS MC CHESNEY.

HAUG, *l. c.*, p. 801, pl. xv, fig. 15.

Tazoult. Girty (*The Guadalupian Fauna, Prof. papers*, 58, 1908, p. 242) doute que les *Pr. inflatus* figurés par Tschernyschew (1902) soient identiques à l'espèce américaine. O. Derby (*l. c.*, pl. IV, p. 51) a décrit, sous le nom de *P. Chandlessii*, une espèce bien voisine de celle de Tazoult. Il est difficile de choisir entre toutes les variétés de *P. semireticulatus* MART.

PHILLIPSIA (fig. 2).

Dans un bloc provenant de Tazoult, j'ai pu trouver une glabelle et plusieurs pygidium dont trois au moins en bon état. Il est vraisemblable que le tout appartient à la même espèce.

La glabelle très nette, à surface légèrement granuleuse, est bombée et tombe brusquement en arrière; elle est plus étroite en

arrière qu'en avant (piriforme); les sillons latéraux font défaut; à chacun des angles postérieurs, un sillon oblique, profond, sépare un lobe basal. En avant de la glabelle, une marge, large de un mm., est lisse.

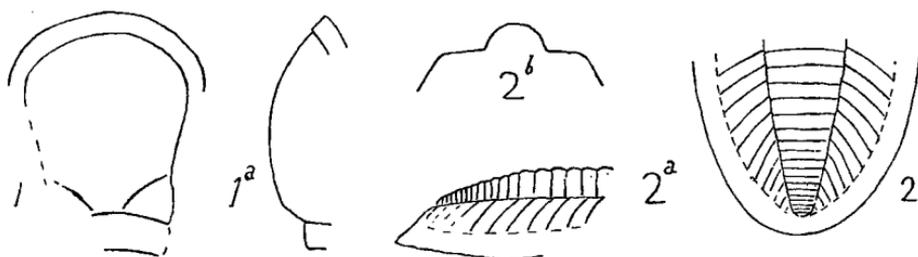


Fig. 2. — *Phillipsia* (*Griffithites*) cf. *sangamonensis* MEEK et WORTHEN.
 , Glabelle de face; 1^a Glabelle de profil; 2, Pygidium de face; 2^a Pygidium de profil; 2^b, section du pygidium $\times 4$.

L'anneau occipital, nettement en contre-bas de la glabelle, en est séparé par un sillon bien marqué.

Bien que les yeux et les joues fassent défaut, cette forme de la glabelle suffit à caractériser le sous-genre *Griffithites* PORTLOCK, 1843.

Pygidium arrondi, un peu plus long que large; axe subconique, saillant, formé de 17 à 18 anneaux, se prolongeant jusqu'à la marge. 11 segments seulement sur les plèvres; marge très nette, large de 1 mm. lisse, comme d'ailleurs tout le pygidium.

Ce *Phillipsia* semble au moins très voisin de *P.* (*Griffithites*) *sangamonensis* MEEK et WORTHEN 1845, dont le type provient des Upper Coalmeasures de l'Illinois, tel qu'il est figuré par White (*13 th. Report Geol. Surv. Indiana*, 1884, p. 174, XXXIX, 4 et 5), Vogdes (*A classic and annotated Bibl. of the Pal. Crustacea*, 1698-1892, to which is added a *Cat. of N. Amer. Species*, San Francisco, 1893) et Weller (*A bibl. index of N. Amer. Carbon. Inv. — Bull. U. S. geol. Survey*, 153, 1898) ont donné, pour l'Amérique du moins, toutes les indications bibliographiques nécessaires.

On peut remarquer que, dans le pygidium des *Phillipsia*, les divisions de l'axe sont en général un peu plus nombreuses que celles des plèvres. Cette indépendance des deux parties du pygidium, médiocrement marquée dans les espèces anglaises, sauf *Ph. Eichwaldi* FISCHER (WOODWARD, *A Monog. Brit. Carb. Tri-lobites*, 1883-84), semble s'accroître beaucoup dans les formes plus jeunes. Ce caractère a amené Gemmellaro (*I Crostacei Calc. con Fusulina del Sosio*, 1890) à créer le genre *Pseudophilipsia* dont le type *Ps. elegans* GEM. (p. 14, pl. II, fig. 1 à 4), a un

pygidium avec 22 anneaux à l'axe et 15 sillons seulement sur les plèvres; chez *Ph. perannulata* SHUMARD, du Permien des Guadalupe Mountains (New Mexico), les plèvres présentent 8 divisions et l'axe une trentaine : Girty en a fait le genre *Anisopyge* (The Guadalupian Fauna. *Prof. papers*, 58, 1908, p. 505. pl. xvi, fig. 14-19).

FENESTELLA LONSDALE.

Quelques débris à Tazoult.

POTERIOCRINUS?

De nombreux débris de tiges provenant de Oum el Asel, tout à fait comparables à ceux figurés par G. Stache (*l. c.*, V et VI) et Haug (*l. c.*, XV, 21-24, 26-27). Ils ont toutefois un diamètre à peu près double de ceux de l'erg d'Issaouan.

CANINIA MICH.

Groupe du *C. gigantea* MICH., *Zaphrentis cylindrica* EDW. et HAIME.
Tazoult.

ZAPHRENTIS RAF. et CLIFF.

Groupe du *Z. patula* MICH.
Tazoult, Oum el Asel et Rezegallah.

AMPLEXUS SOW.

Analogue à *A. coralloïdes*.
Tazoult.

CAMPOPHYLLUM ED. et H.

Tazoult.

LOPHOPHYLLUM ED. et H.

Tazoult.

Tous ces Polypiers sont simples. Du gisement d'El Biar, Flamand ne cite que des Polypiers composés (*Lithostrotion*).

Il est impossible de fixer l'âge des couches de Rezegallah. Celles de Tazoult et d'Oum el Asel sont plus jeunes que celles de la région d'Igli qui sont dinantiennes; elles présentent de grandes analogies avec celles de l'erg d'Issaouan que Haug considère comme appartenant au Moscovien (les végétaux ne laissent pas de doute pour cette attribution) et à l'Ouralien, tout au moins à l'Ouralien inférieur. G. B. M. Flamand, à propos des fossiles recueillis dans la hammada El Haricha par le capitaine Mussel, à 150 km. seulement d'Oum el Asel, pense, tout en faisant des réserves, qu'il y aurait à la fois le Dinantien et les termes supérieurs. Ceci paraît peu acceptable: le Carbonifère de Taoudenni a tout au plus 150 m. de puissance; les niveaux fossilifères n'en ont qu'une cinquantaine, ce qui est bien maigre pour placer tout le Carbonifère.

Parmi les fossiles de Tazoult, de Taoudenni ou d'Oum el Asel, fort peu ont une signification stratigraphique précise. Les Mollusques, les Crinoïdes, les Polypiers ne donnent rien. Comme tous les êtres fixés, les Brachiopodes ont des formes mal définies, et dont l'évolution n'est pas claire. Le groupe du *Pr. semireticulatus*, auquel appartient le *Pr. inflatus*, se rencontre dans tout le Carbonifère; le *Pr. lineatus* existe à peu près certainement dans le Moscovien. Dans une région déterminée, ces mauvaises espèces peuvent avoir une valeur stratigraphique locale; au Sahara, loin de tout point de repères, il est impossible de savoir si elles sont des races stratigraphiques (mutations), ou géographiques.

Dans les régions bien étudiées, en Europe tout au moins, les *Syringothyris*, qui présentent un caractère générique précis, ne dépassent pas le Dinantien; malheureusement, aucun des échantillons du Sahara touareg n'est déterminable spécifiquement. Le *Phillipsia* semble bien indiquer un âge plus jeune que le Dinantien. Le Moscovien paraît le plus vraisemblable pour Tazoult et Oum el Asel; mais, sans doute, avant de rien affirmer, vaut-il mieux attendre que des matériaux, plus nombreux et mieux conservés, permettent une étude plus complète de la question.

LE Puits ARTÉSIEN DE MAISONS-LAFFITTE

PAR **Étienne Péroux.**

La loi de 1902 sur la salubrité publique ayant édicté les mesures à prendre en matière d'hygiène, la question d'alimentation en eau potable s'est posée et se posera encore longtemps pour beaucoup de communes, qui, plus ou moins déshéritées, ne pourront capter facilement des eaux potables réunissant toutes les qualités exigées par l'hygiène moderne. Maisons-Laffitte se trouve, au point de vue hydrologique, dans cette mauvaise situation. Cette commune située sur une berge de la rive gauche de la Seine ne peut s'alimenter à ce fleuve, dont les eaux sont polluées. Les eaux du sous-sol sont également inutilisables, ou trop calcaires et contaminées dans les nappes phréatiques du Calcaire grossier ou insuffisantes dans les sables de l'Argile plastique à une plus grande profondeur.

Des essais de ces eaux faits en 1884 et 1896 n'ont donné aucune satisfaction, soit en qualité soit en quantité. Il restait une dernière ressource, celle de faire jaillir, par un puits artésien, l'eau des Sables verts en pression sous les argiles du Gault. C'est dans ces conditions qu'a été entrepris le forage qui fait l'objet de la présente communication.

Après avoir consulté deux géologues, Léon Janet et M. G. F. Dollfus, la Compagnie des Eaux de Maisons-Laffitte décida le forage à la cote 26, sur les alluvions de la rive gauche de la Seine, d'un puits artésien, à grande profondeur, devant atteindre avec un diamètre de 40 cm. les nappes aquifères des sables verts de l'Albien¹.

L'entreprise fut remise à MM. Lefebvre frères de Quièvrechain.

Ce forage comportait deux parties : 1° un forage à grand diamètre dans un puits déjà existant de 40 mètres de profondeur et de 70 cm. de diamètre, pour atteindre le Sénonien entre 70 et 80 mètres, bien au delà des nappes aquifères supérieures, par un tubage de 55 cm. en tôle d'acier de 6 mm., protégé de ces nappes sur toute sa hauteur par une enveloppe de béton et de ciment. 2° Continuation du forage jusqu'à la rencontre des eaux dans les Sables verts et tubage de 40 cm. en tôle d'acier de 4 mm. Cimentage périphérique sur toute sa hauteur, de la base dans l'argile jusqu'au sommet au niveau du sol.

Les entrepreneurs commencèrent l'installation de leur chantier en août 1907. Ils attaquèrent l'ancien puits le 25 septembre 1907

1. PÉROUX. Sur le forage du puits artésien de Maisons-Laffitte. *CR. Ac. Sc.*, CL, p. 59, 3 janv. 1910. *Id.* Sur la minéralisation et l'analyse chimique de l'eau du puits artésien de Maison-Laffitte. *Id.*, p. 142, 10 janv. 1910.

pour le curer et y descendre des tubes de protection contre les éboulements. Ce puits avait été foré en 1884 et tubé jusqu'à 40 mètres. Un sondage de petite dimension avait été poussé jusqu'à 73 m. 15. Envahi par les sables noirs de l'Argile plastique de 28 à 30 m., il avait été comblé jusqu'à cette hauteur de graviers et de cailloux.

Le curage en fut difficile; le 18 octobre on dut descendre jusqu'à 32 m. 50 un premier tube de retenue de 65 cm. pour s'opposer à la poussée du sable, puis quelques jours après un deuxième tube de 60 cm., qui fut arrêté à 42 m. 15.

Le 16 novembre on atteint 50 m. 50 dans l'argile; les éboulements se succèdent sans interruption, détruisant le travail précédent. Le 23 le tube de 55 cm. en tôle de 6 mm. est assemblé et descendu jusqu'à 45 m. 50 reposant sur le dernier éboulement. Le 30 il atteint entre 60 et 62 m., le calcaire jaune *pisolithique* et, à 65 m., un calcaire siliceux très résistant. Le 3 décembre le forage atteint 74 m. 50; de nouveaux éboulements se produisent au pied du tube resté à 57 m. Le 14 le tube est descendu à 60 m. 85. Ce jour-là se produisit au N. du puits un affaissement subit du sol, produisant une excavation évaluée à 100 m³. Enfin le 4 janvier 1908, en pleine Craie sénonienne à silex très durs, le tube de 55 cm. repose définitivement à 74 m. 12, le pied légèrement ovalisé. Après recalibrage, du ciment est coulé à la périphérie sur toute sa hauteur. L'isolement des nappes supérieures à la Craie était atteint.

Les soupapes ont remonté successivement les terrains suivants, qui malgré les éboulements, ont mis en évidence de 40 à 50 m., des sables gris, des lignites, des argiles grises et bigarrées. Entre 50 et 56 m. de la marne blanche; à 59 m. de l'argile et vers 62 m. du calcaire jaune *pisolithique*. A la profondeur de 63 m. 87 on entre dans la Craie blanche avec silex blonds. Quelques débris de coquilles appartenant au *Magas pumilus* permettent de classer cette assise dans le Sénonien supérieur.

Le 11 janvier le forage est repris au diamètre de 54 cm. dans la Craie à silex blond. Le 15 le silex disparaît à 107 m. pour reparaître à 126 m. A 133 m. le silex domine, usant rapidement le trépan. A 144 m. rencontre d'un silex encore plus dur. Le 6 février, à 209 m., la Craie devient plus résistante; fréquemment le sondage doit être redressé. En février, l'avancement est d'environ 4 m. par jour jusqu'à 264 m. 50. Ensuite le terrain offre successivement plus ou moins de résistance, suivant l'alternance des bancs de silex. A 305 m.

l'avancement se ralentit. Cette craie se poursuit ainsi plus ou moins blanche et plus ou moins tendre avec lits de silex noirs jusque vers 336 m., sans que la nature de la roche ou les débris fossilifères aient permis de tracer de subdivision dans cette partie moyenne et inférieure du Sénonien.

Le 9 avril, à partir de 336 m., le sondage est entré dans une craie blanche un peu grise avec diminution progressive de silex, appartenant au Turonien. A 357 m., nouveau passage de silex très dur. A 390 m. 50, craie grise, très résistante au battage ; l'avancement n'est guère que de 1 m. 25 par jour. De 395 à 400 m., le silex noir disparaît rapidement ; à 401 m. 50 il a disparu entièrement et à 405 m. un débris de *Terebratulina gracilis* a confirmé cette attribution géologique. De 425 à 430 m., la craie est devenue plus grise, même marneuse, toujours sans silex, et cette couche a pu être considérée comme la base du Turonien et le sommet du Cénomaniens. A 450 m. une craie marneuse grise colle au trépan. Peu à peu, entre 455 et 484 m. la craie est devenue marneuse et franchement grise. Entre 497 et 500 m. a lieu la première rencontre de la Gaize. A 507 m., c'est une marne grise, tuffeau à Ostracées, et le 31 août 1908, à 520 m. 50, petit passage de sable gris. A 524 m. c'est une argile noirâtre avec sable très fin noir micacé qui, entre 527 et 528 m., se charge de pyrites et de fossiles et à 529 m. de grains fins de glauconie verdâtre avec un aspect franchement cénomaniens. A cette profondeur, la marne grise est sableuse, très ébouleuse, se détachant en cassures conchoïdes. Le 4 septembre, par prudence, le forage est suspendu pour commencer la descente du tube de 40 cm. en tôle de 4 mm. Le 21 octobre, la colonne repose à 529 m., en pleine Gaize. On décida alors de la fixer définitivement et d'en assurer l'étanchéité en coulant du ciment Portland depuis la base, serrée dans l'argile, jusqu'au sommet, au niveau du sol. Le 9 novembre cette opération du cimentage est commencée et terminée le 2 décembre, ayant nécessité 67 500 kil. de ciment. Le tube de 40 cm. se présente ainsi : depuis 529 m. à sa base dans la Gaize, il est cimenté sur tout son pourtour jusqu'au niveau du sol. En outre, depuis 74 m., en pleine Craie sénonienne, il est protégé successivement par un tubage de 55 cm. en tôle d'acier de 6 mm. ; deux tubes de retenue concentriques de 60 cm. et de 65 cm. et enfin par la maçonnerie de l'ancien puits de 70 cm. ; le tout noyé dans le ciment et la partie supérieure bétonnée. Le sommet est couronné par un cône en fer, fixé par une collerette boulonnée, qui renferme toutes les têtes de colonnes, bétonné intérieurement lui-même et ne laissant émerger que le tube de 40 cm.

Le 8 décembre, le forage est repris à 530 m. 50 et continué pour recevoir un tubage de 35 cm. en 4 mm. L'avancement est en moyenne de un mètre par jour dans une argile collante avec passages pyriteux. Vers 535 m. un banc fossilifère donne entre autres : *Pecten Beaveri* Sow., *P. orbicularis* Sow., espèces caractéristiques de la Gaize, étage vraconien, intermédiaire entre le Cénomanién et l'Albien et que nous classons de préférence avec le Cénomanién. Le *Pecten orbicularis* avait été trouvé déjà dans la même couche éboulée, gaize siliceuse, dans les forages précédents de la Chapelle, de la Butte-aux-Cailles à Paris et à Carrières-sous-Poissy; l'assise est bien connue dans le pays de Bray, la Normandie et dans tout le Sud de l'Angleterre.

Plus bas, à 540 m., la sonde est entrée dans une argile noire compacte, micacée, plastique, nettement différente de la Gaize. Le 3 janvier on descend 50 m. de tube de 35 cm. qui est arrêté à 549 m. par un éboulement. Tous les essais tentés pour le déplacer restent vains. Le forage est repris à 551 m. 75 et continué dans l'argile du Gault, noirâtre, parfois sableuse ou pyriteuse. A 566 m. 50 on rencontre une couche mince de sable ocreux, argileux, riche en carbonates de chaux et de fer, que je crois devoir signaler, commel'indice de la proximité des nappes aquifères¹. Enfin le 19 janvier 1909, à 569 m. 75, l'assise argileuse se termine brusquement par la rencontre de sables verts, glauconieux et pyriteux d'où l'eau jaillit faiblement, 20 à 30 m³ à l'heure. Le lendemain matin le débit a augmenté. Les jours suivants des éboulements se produisent; le sable et l'argile remontent jusqu'à 551 m. au pied de la colonne de 35 cm. A la faveur de l'eau ascendante, l'arrachement de cette colonne de service est repris fréquemment, mais sans plus de succès qu'auparavant. On descendit alors un troisième tubage de 30 cm. en tôle de 4 mm. tenu en tête, crépiné sur quelques mètres à la base et terminé par un sabot biseauté. Le 29 mars le tube pénétrait dans les éboulements jusqu'à 547 m. Des opérations successives de curage et de descente du tube le conduisirent à 570 m. Un nouvel éboulement l'arrête 24 heures. De 570 à 571 m. le sable remonté est blanc gris, formé de grains un peu plus gros de quartz, silice et moins glauconieux. A 573 m. le sable est encore plus gros, 3 mm. en moyenne et encore moins glauconieux que celui du lit supérieur. Le 6 avril le tube atteint 574 m. 40. L'eau jaillit abondamment et fournit environ 4 000 m³ en 24 heures. Débit jugé insuffisant en prévision des besoins de la

1. Cette particularité est à ma connaissance signalée pour la première fois.

commune. A cette profondeur, le trépan bat sur un fond très dur. Après 5 heures 1/2 de travail opiniâtre l'avancement était presque nul. On remplaça alors la sonde en usage, par une plus lourde qui vint à bout de la résistance de cette roche. C'est un conglomérat gréseux, constitué de pyrites, de sables et graviers cimentés, de toutes dimensions, excessivement dur, ayant l'aspect du mâchefer, d'une épaisseur de 1 m. à 1 m. 30. C'est sous cette table gréseuse que le forage de Passy avait trouvé son débit maximum. Confiant dans cette expérience, cette couche fut traversée. Le 12 avril à 5 heures du soir, à 575 m. 70, elle céda et le débit de l'eau diminua subitement environ des 2/3.

Mais 20 minutes après, la sonde ayant atteint 576 m., un jaillissement impétueux d'eau boueuse, chargée d'argile, de lignites, de fossiles et de sables très fins, vert foncé, micacés, reprit considérable, entraînant par sa force ascensionnelle de gros fragments de grès brisé et formant à l'orifice du tube de 30 cm. un paraboloïde de 73 cm. de hauteur. Le débit fut évalué à 16 000 m³ environ pendant les premiers jours; il s'est maintenu depuis à 14 000 m³. L'approfondissement fut poussé jusqu'à 576 m. 50. Le sabot de la colonne repose serré étroitement dans ce terrain dur à 576 m. Les sables de l'argile noire ont fourni les fossiles suivants appartenant au *Gault (Albien)* le mieux caractérisé¹: *Hoplites interruptus* BRUG.; *Benettia* Sow.; *Panopæa Beaumonti* GOLDF.; *Cardium Raulini* D'ORB.; *Nucula arduennensis* D'ORB.

Ils ont donné en outre, des pyrites, des nodules phosphatés, des cailloux noirs, des débris de fossiles, des fragments de bois, injectés de concrétions pyriteuses; enfin un morceau de succin (ambre fossile) brisé, d'un volume de 8 m³ et pesant 9 gr. 655.

La cote négative réelle atteinte est donc : — 576 + cote 26 = — 550. Pendant plusieurs jours, le puits rejeta des quantités énormes de sable très fin, nettement vert, des débris de lignite et de l'argile pyriteuse, évaluées à une vingtaine de mètres cubes par 24 heures. Le 20 avril, l'eau contient encore en suspension 1 gr. 2112 par litre, de sable fin glauconieux, silice, mica, argile et sels ferreux. A partir du 2 mai, l'eau s'éclaircissant progressivement, des mesures de débit sont prises toutes les semaines dans un réservoir jaugé de 106 m³. Le débit ne varie pas, il est de 165 l. à la seconde. Le 26 et le 30 juillet sur une colonne de 15 m. de haut, et d'un diamètre de 40 cm., plusieurs expériences ont été effectuées pour connaître le niveau d'équilibre de la colonne jaillissante, d'après le débit à des hauteurs différentes par l'équation de

1. Détermination de M. G. F. Dollfus.

la ligne droite, donnant les débits en fonction des hauteurs. Le niveau piézométrique a été trouvé de 31 m. 73, à la cote 26 = + 57,73 niveau d'équilibre. Débit au niveau du sol (+ 26) 165 l. et à 40 m. 80, 87 l.

De grandes analogies, de divers ordres, rapprochent le puits de Maisons-Laffitte de celui de Passy. La cote de la table gréseuse qui maintient sous pression la nappe aquifère la plus importante des Sables verts est à Passy de + 53 — 580 = — 526; à Maisons, elle est de — 550. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par les tableaux dressés par M. Dollfus sur les puits artésiens de la Basse-Seine¹ la fosse occupée par l'Albien s'accroît à l'W. de Paris pour se relever rapidement au NW. en suivant la vallée de la Seine. Tous ces puits sont autant de jalons qui indiquent ce relèvement jusque sous les falaises de la Seine-Inférieure pour venir affleurer à proximité du Havre. Si tous ces forages avaient une similitude de construction, il serait peut-être intéressant de déterminer graphiquement la courbe des niveaux piézométriques observés à chacun des jaillissements, pour la rapprocher de la ligne théorique conforme à la loi des pressions, menée de la cote moyenne des terrains d'infiltration des eaux, à l'orifice inférieur de leur sortie, supposé au-dessous de 0 sous les falaises de la Seine-Inférieure. Mais la diversité d'exécution de ces forages et les trop nombreux facteurs de tous ordres qui interviendraient, ne le permet guère; à simple titre d'indication, le niveau d'équilibre de celui de Maisons (57,73) est à 7 m. 50 environ au-dessous de cette ligne théorique, en admettant la cote moyenne 140 m. dans l'Aube.

Les affleurements des sables verts de l'Albien qui s'étendent circulairement de l'Argonne jusque dans l'Yonne, constituent un vaste bassin d'alimentation, mais à des altitudes différentes : de 130 à 160 m. dans l'Aube et la Marne et jusqu'à 340 m. dans l'Argonne. Or le forage du puits de Maisons a permis de constater qu'à la partie supérieure des sables du Gault, les eaux circulaient dans des couches peu épaisses de sable fin (0 m. 0002) vert glauconieux, ou blanc gris siliceux et plus gros (0 m. 0003), d'un faible débit d'abord, pouvant progressivement aller jusqu'à 3 500 à 4 000 m³ au plus en 24 heures.

Ces différentes superpositions de sables aquifères, séparés par des lits d'argile, reposent sur un fond dur, agrégat cimenté, imperméable, d'une épaisseur de 1 m. à 1 m. 30. C'est une cloison résistante, maintenant sous pression la nappe peut-être la plus importante de l'Albien ? Elle a fourni les plus forts débits (jusqu'à 25 000 m³

1. G. F. DOLLFUS. Les puits artésiens de la Basse-Seine et de Paris. *La Nature*, 14 et 28 octobre 1905, pp. 306 et 541.

à Passy, 16 000 m. à Maisons) et circule dans un sable très fin (de 0 mm. 1 à 3) très glauconieux. La minéralisation des deux eaux est sensiblement la même, la température égale 26°,5. Ces nappes sont-elles séparées sur tout leur parcours ou, se mélangent-elles sur quelques points éloignés du bassin ? Les sables les plus fins et les plus ferrugineux occupent la partie supérieure de chaque nappe et, d'autre part, les couches, même les plus minces, se différencient les unes des autres par la grosseur des grains, leur coloration et leur teneur en minerais autres que la silice.

Le tableau ci-contre résume la coupe du forage. Une étude complète sur la minéralisation et l'analyse chimique de l'eau de ce puits artésien a été donnée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (10 janvier 1910).

*
* *

De l'examen des divers puits forés depuis un demi-siècle se confirme le principe énoncé en 1862 par Michal, inspecteur général des ponts et chaussées, lors du forage de Passy : *Il y a un diamètre de tube ascensionnel qui fournira le maximum de débit qu'on peut obtenir à une hauteur donnée au-dessus de la nappe.* Il ne faut donc guère s'écarter de cette *section critique* qui est fonction de l'épaisseur de la couche aquifère et de la grosseur des grains de sable entre lesquels l'eau circule, sous peine d'obtenir un mauvais rendement, ou une vitesse exagérée et un transport persistant de sable et d'argile. En outre, toutes les difficultés éprouvées dans les forages du bassin de la Seine (ainsi qu'autrefois l'a signalé Dumas)¹ résident toujours *soit dans les argiles qui se trouvent au-dessus de la Craie, soit dans celles qui se trouvent au-dessous.* Mais celles-ci qui se trouvent à une grande profondeur ne sont pas les moindres à vaincre. C'est de l'application plus ou moins méthodique de ces précieuses observations dans l'entreprise et la direction, que peut résulter le plus ou moins de succès d'un forage artésien. On peut ainsi résumer les principales préoccupations qui doivent guider dans la pratique d'une telle entreprise : 1° Arrêter en pleine Craie sénonienne un premier tubage en forte tôle d'acier à grand diamètre, afin de lui donner une assise solide et le protéger sur une grande épaisseur, à l'aide de ciment et de béton, des nappes supérieures et contre les éboulements. Ceci obtenu, après avoir franchi les différents

1. Rapport à l'Académie des Sciences, 1861.

<i>Prof.</i> <i>en mètres</i>	<i>Coupe du Forage</i>	<i>Épaisseurs</i>	
0 à 40	foré en 1884.....	Alluvions et Sparnacien } (1) 64 m.	
40 à 50	sables gris, lignites, argiles grises et bigarrées.....		
50 à 56	marne blanche.....		
59	argile.....		
60 à 63,87	calcaire pisolithique.....	Montien	
64 à 70	craie blanche à silex blonds.....	Sénonien	272 m.
209,227 à 266	} beaucoup de silex.....		
270,50 à 305,25			
305 à 326	le silex noircit.....		
336	craie grise, moins de silex.....		
398	craie grise résistante, le silex devient rare.....	Turonien	89 m.
401,50	craie marneuse grise, le silex a disparu.....		
425,25	craie marneuse grise plus résis- tante.....		
449,50	craie marneuse grise grasse au battage.....	Cénomanién	82 m.
455,50	craie marneuse grise collante...		
492,50	craie marneuse plus grise.....		
497 à 501,50	passage de gaize?.....		
507	marne grise. Tuffeau à Ostracées.)		
524	argile noirâtre et sable très fin noir.....	} pyrites et fossiles } Vraconien	22 m.
529	argile plus noire et sable très fin noir.....		
540	argile plus noire, collante.....	} nappes aquifères } Albien	47 m.
566,50	mince couche de sable ocreux..		
569,75	sables verts glauco- nieux et pyriteux.		
570 à 571	sables blanc gris, plus gros.....		
573	gros sable blanc, peu glauconieux.....		
573,40 à 575,50	conglomérat gréseux, très dur..		
576	sables verts très fins. Nappe très abondante.....		
576,50	la sonde est en plein sable.....		

576 m.

1. De 49 à 60 m., les éboulements fréquents et le mélange des terrains n'ont pas permis la détermination de l'épaisseur des couches, qui a d'ailleurs été faite en 1884, ainsi que de 0 m. à 40, et donnée par M. G. F. DOLLFUS. (*Serv. Carte géol. Fr. CR. des collaborateurs, 1908.*)

terrains crétacés ; 2° pénétrer aussi loin que possible dans la Gaize et savoir arrêter le forage à temps ; 3° faire suivre le tube dans cette argile et l'arrêter dans l'argile du Gault (si le terrain ne s'est pas chargé lui-même de cette opération) ! ; 4° puis le cimenter extérieurement sur toute sa hauteur. Si on attendait le jaillissement de l'eau pour cette opération, il pourrait en résulter de graves mécomptes ; 5° enfin, tenir prêt le tube du diamètre final en tôle d'au moins 4 mm., lanterné de 5 à 6 m. seulement à la base et terminé par un fort sabot biseauté. Continuer le forage et faire suivre ce tube tenu en tête jusqu'à la rencontre du conglomérat gréseux sur lequel il reposera, ou se serrera après le fonçage de cette couche (suivant le débit à obtenir). Les eaux ascensionnelles désagrègeront certainement l'argile qui s'éboulera sur une certaine hauteur et laissera dénudé le pied du tube de captage. Mais celui-ci est solidement fixé à la base, et l'étanchéité du tubage devra être complète si les opérations précédentes ont été faites méthodiquement.

Séance du 7 Février 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Le Président proclame membre de la Société :

M. R. Pitaval, ingénieur civil des Mines, à Paris, présenté par MM. Termier et Laur.

Cinq nouvelles présentations sont annoncées.

M. Jean Boussac présente, au nom de M. Haug et au sien, une note intitulée : « Revision du Nummulitique du Haut Verdon (feuille d'Avignon à 1/320 000) » (*B. S. Carte G. F., CR. des collaborateurs; camp. 1908*, juill. 1909, t. XIX, n° 122).

C'est une étude comparative du Nummulitique autochtone des Basses-Alpes et du Nummulitique charrié des grandes nappes du Haut Verdon et de l'Ubaye.

M. Jean Boussac offre les notes suivantes :

1° « Revision du Nummulitique alpin (feuille d'Avignon, Nice et Antibes à 1/320 000) » (*B. S. Carte G. F., CR. des collaborateurs; camp. 1908*, n° 122).

C'est une revision générale du Nummulitique des Alpes Maritimes et d'une partie des Basses Alpes. L'auteur y discute les caractères de la faune de La Palarea, qu'il classe dans l'Auver sien, et des faunes à *Cerithium Diaboli* qu'il considère comme représentant le faciès littoral du Priabonien. Il étudie ensuite la transgression graduelle des calcaires nummulitiques et les déplacements correspondants des faciès.

2° « Sur le Nummulitique des Alpes orientales » (*CR. Ac. Sc.*, 22 nov. 1909).

L'auteur étudie dans cette note la distribution des niveaux et des faciès du Nummulitique dans les différentes zones tectoniques des Alpes orientales.

3° « Le Nummulitique de la zone du Flysch à l'Est et au Sud-Est du Mercantour » (*CR. Ac. Sc.*, 3 janvier 1910).

L'auteur est amené à formuler à nouveau la conclusion que les zones de faciès du Nummulitique alpin sont obliques par rapport aux zones tectoniques. Il a constaté aussi qu'au fur et à mesure qu'on s'avance, en partant du Mercantour, vers les parties les plus internes du géosynclinal de la zone du Flysch, on a affaire à des niveaux plus anciens,

à des faciès plus schisteux, et à des épaisseurs plus grandes. Le Nummulitique est transgressif sur le bord oriental du Mercantour, comme il l'est sur le bord occidental du même massif, d'après les travaux très exacts de M. Léon Bertrand.

4° « Du rôle de l'hypothèse en paléontologie stratigraphique » (*Revue scientifique*, 1^{er} janvier 1910).

M. **Emm. de Martonne** présente les notes suivantes : 1° « Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins » ; 2° « Sur la théorie mécanique de l'érosion glaciaire » ; 3° « Sur la genèse des formes glaciaires alpines » (*CR. Ac. Sc.*, 27 déc. 1907, 10 janv. 1910, 24 janvier 1910).

M. **O. Couffon** présente le quatrième et dernier fascicule de la deuxième série de *Palaeontologia Universalis*.

Ce fascicule ne comprend pas moins de 71 fiches représentant 35 espèces. M. Couffon espère que les membres de la Société géologique de France voudront bien lui continuer leur collaboration pour la troisième série dont le 1^{er} fascicule (27 espèces) actuellement sous presse paraîtra prochainement.

L. Pervinquière. — *Sur la nature du plateau sous-marin de Rochebonne (Charente-Inférieure).*

On désigne sous le nom de Rochebonne un plateau sous-marin, situé à 65 km. environ à l'Ouest de l'Île de Ré (Charente-Inférieure). Il s'allonge du NW. au SE., parallèlement à la côte, sur une longueur de 10 à 12 km., la largeur étant de 2,5 à 3 km. Bien qu'il soit situé sur le prolongement de l'isobathe de 60 m., la profondeur de l'eau sur le banc n'est que de 20 à 40 m. ; plusieurs têtes de rocher s'approchent même beaucoup plus près de la surface ; c'est ainsi qu'il n'y a pas 5 m. d'eau au-dessus de l'écueil de la Congrée.

Comme la mer est toujours très dure sur ce plateau et que plusieurs écueils sont un danger pour la navigation, le service des Ponts et Chaussées a placé des bouées lumineuses tout autour du banc et y entretient un bateau-feu. Récemment, on a décidé de remplacer celui-ci par un phare. Les travaux sont commencés mais ne peuvent avancer que très lentement à cause des difficultés spéciales de l'entreprise.

Curieux de connaître la nature du substratum, je me suis adressé à M. Modelski, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à la Rochelle, lequel a eu l'amabilité de m'envoyer un échantillon de la roche du fond ; je suis heureux de l'en remercier. Cette roche est un granite, rendu légèrement schisteux par l'alignement

plus ou moins vague du mica noir. Nous sommes vraisemblablement en présence d'un prolongement de la masse granitique de Belle-Ile et de l'île d'Yeu.

Il m'a paru intéressant de signaler ce fait, car on a rarement l'occasion d'obtenir des renseignements précis sur la constitution géologique du fond de la mer.

J. Couyat. — *Sur un nouveau gisement de feuilles fossiles en Égypte.*

Dans la « Description de l'Égypte » des membres de la Commission scientifique qu'avait amenés Bonaparte, de Rozière signale, sur les plateaux gréseux situés au Sud d'Assouan, la présence de feuilles fossiles bien conservées. M. Couyat en a trouvé un autre gisement au NE. d'Assouan, en face la gare de Geziret, dans les couches ferrugineuses intercalées au sommet du Grès nubien. Les échantillons, une vingtaine environ, sont bien conservés : les feuilles présentent des nervures intactes et seront déterminées ultérieurement. Parmi les nombreux débris végétaux que contiennent ces grès ferrugineux, on peut déjà distinguer quatre espèces différentes, dont des Roseaux brisés indéterminables. L'auteur en a trouvé l'an dernier, d'analogues, mais moins beaux, à Kalabché en Nubie.

Cette trouvaille est d'un certain intérêt ; car jusqu'alors rien n'avait été signalé de semblable dans le Grès nubien et l'on n'y avait même rencontré aucune trace d'organisme jusqu'à ces dernières années où M. Ball¹ y a découvert deux spécimens d'*Inoceramus Cripsi* et M. Hume d'autres fossiles non encore déterminés.

W. Kilian. — *Sur la présence de Fagesia en Nouvelle-Calédonie.*

L'auteur a eu l'occasion de déterminer un échantillon de *Fagesia* recueilli par M. le missionnaire Maurice Léenhardt en Nouvelle-Calédonie où cette Ammonite servait d'amulette.

Bien que l'exemplaire en question, qui paraît bien se rapporter à une variété un peu moins grossièrement costulée que le type de *Fag. superstes* KOSSMAT, rappelle aussi *Steph. coronatum* du Callovien, sa gangue assez semblable à celle des *Kossmaticeras* que M. Kilian a signalés en 1908 à la Société, également d'après des échantillons rapportés par M. Maurice Léenhardt, rend extrêmement probable son attribution à *Fagesia* PERV.

Il se confirme donc que le Crétacé supérieur du type indo-pacifique existe en Nouvelle-Calédonie avec sa faune caractéristique.

1. J. BALL. First of Assouan cataract, Caire, 1907, p. 67.

TERTIAIRE DE LA PROVINCE DE SANTANDER (ESPAGNE)

PAR **Louis Mengaud**¹.

Le Tertiaire de la province de Santander comprend deux bassins synclinaux.

1° Le *bassin de San Roman*, de dimensions assez réduites (10 à 12 kmq.) sur la côte à l'W. de Santander et à petite distance de cette ville.

2° Le *bassin de San Vicente de la Barquera*, plus étendu. Il débute dans les Asturies (province d'Oviedo) à 5 km. environ à l'W. de Colombres (ria de Santiuste) pour se terminer entre San Vicente et Comillas à la ria de la Rabia. Sa longueur est voisine de 25 km., sa largeur est variable. Il présente des accidents réclamant une étude détaillée que je n'ai pu faire encore faute de cartes topographiques à échelle suffisante.

Les termes inférieurs du Nummulitique ont été plus ou moins signalés et décrits par Guillermo Schulz², de Verneuil³, A. Maestre⁴, Gascué⁵, Carez⁶, Quiroga⁷ et Mallada⁸.

On trouve d'abord des grès sans fossiles dans la partie sud du bassin de San Vicente, entre Barcenal et Roiz. En quelques points de la partie nord de ce même bassin (au voisinage du phare) et dans le bassin de San Roman, entre le Crétacé et le Nummulitique, il s'intercale un calcaire blanc à grain très fin, sublithographique (probablement lacustre) et qui ne m'a pas encore livré de fossiles.

Les premiers niveaux fossilifères doivent être rapportés au LUTÉCIEN : ils sont formés par un ensemble de calcaires compacts et de grès à ciment calcaire.

1. La Société géologique ayant bien voulu m'accorder une subvention pour continuer mes recherches dans la province de Santander, je crois utile d'exposer brièvement les résultats que m'a fournis l'étude du Tertiaire de cette région.

2. GUILLERMO SCHULZ. Vistazo geológico sobre Cantabria. *Boletín oficial de Minas*, n° 34 et 35, 1845, et *Anales de Minas*, t. IV, 1846.

3. DE VERNEUIL. Sur le terrain crétacé et le terrain à Nummulites des Asturies. *B.S.G.F.* [2], t. VI, p. 522, 1849.

4. A. MAESTRE. Descripción física y geológica de la provincia de Santander. Madrid, 1864.

5. GASCUÉ. Nota acerca del grupo nummulítico de San Vicente de la Barquera *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, t. IV, 1877, pp. 63-88.

6. CAREZ. Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris, Savy, 1881, Thèse de doctorat.

7. QUIROGA. Noticias petrográficas. *Anales de la Soc. esp. de Hist. nat.*, t. XVI, 1887, p. 216-220.

8. MALLADA. Explicación del mapa geológico de España. Sistemas eoceno, oligoceno y mioceno, t. VI, pp. 19-20, *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*, 1907.

1° A la base abondent les *Alvéolines* et *Flosculines* en compagnie de *Miliolidés*, d'*Orbitolites complanatus* LAMK. et de *Nummulites atacicus* LEYM.

En certains points, on trouve un banc à Algues calcaires (*Coral. lines*) analogues à celles que renferme la partie inférieure du Calcaire à Miliolites des Petites Pyrénées (Mancieux et Boussens).

Dans cette zone, deux gisements ont fourni *Assilina præspera* H. DOUVILLÉ, forme de Saint-Barthélemy dans les environs de Bayonne.

2° Plus haut, la roche est pétrie d'*Assilines* (*A. granulosa* D'ARCH. et *A. Leymeriei* D'ARCH.), d'*Orthophragmina* (surtout *O. Archiaci* SCHLUMB.) et de nombreuses *Nummulites* (*N. atacicus* LEYM., *N. lævigatus* LAMK., *N. aturicus* JOLY et LEYM., *N. Lucasi* DEFR., *N. Brongniarti* D'ARCH. et HAIME, *N. irregularis* DESH., *N. complanatus* LAMK., etc.);

3° A la partie supérieure de ce niveau, on trouve un banc à très grandes *Nummulites* (*N. complanatus* var. *columbrensis* DE VERNEUIL) dont le diamètre dépasse souvent 6 cm.¹;

4° Sur ces calcaires à grandes *Nummulites* repose un grès tendre de couleur gris clair, renfermant à la base, et seulement en quelques points, des *Orthophragmina*; il me paraît renfermer la partie terminale du Lutécien.

Il est intéressant de signaler les analogies nombreuses entre ces couches et le Nummulitique de la Catalogne, des Petites Pyrénées et de la Montagne Noire.

Les niveaux supérieurs, caractérisés par un développement important de conglomérats, n'ont été que sommairement indiqués par de Verneuil².

F. Gascué, en 1877, dans sa « Nota acerca del grupo Nummulítico, etc. », citée plus haut, se borne à rappeler l'indication de de Verneuil et ajoute « qu'il ne peut affirmer autre chose, sinon que ce conglomérat est postérieur au groupe Nummulitique ».

Depuis cette date, l'ensemble de ces dépôts a été négligé et même méconnu, car on l'a plutôt considéré comme appartenant au Crétacé. En réalité, de Verneuil avait observé rapidement peut-être, mais d'une manière exacte, ainsi que me l'a montré l'étude détaillée de la région côtière entre les rias de San Vicente et de la Rabia (Playa del Sable Meron, Cabo Oriambre, route de San Vicente à Comillas).

1. Échantillons recueillis dans les tranchées du chemin de fer entre Roiz et San Vicente, puis au voisinage de Unquera, quelques kilomètres à l'Est de Colombres.

2. Lettre du 12 mai 1849, in *B.S.G.F.*, [2], t. VI, p. 522; 1848-49. « Avant d'arriver à San Vicente de la Barquera, nous avons vu dans les falaises qui bordent la mer, une série de conglomérats de grès, de calcaires argileux, avec quelques *Nummulites* et *Orbitoides*? comme à Biarritz. Ces couches doivent être supérieures au Calcaire nummulitique proprement dit ».

BARTONIEN. — Cet étage débute par une série détritique d'abord grossière (conglomérats et poudingues) passant ensuite à des *grès plus fins* dans lesquels s'intercalent des *marnes*. Ces dernières finissent par constituer seules la partie terminale. Le tout est de couleur rouge-brûlée. C'est le premier niveau à conglomérats et ceux-ci sont remarquables par les éléments qu'ils renferment. On y trouve des fragments de *grès et de calcaires* crétacés quelquefois très gros, tantôt anguleux, tantôt roulés, souvent fossilifères (sections de *Toucasia*, *Polyconites*, *Orbitolines*, etc.). On peut y recueillir des morceaux de calcaires à *Orthophragmina* et Nummulites, de petites Nummulites isolées, usées ou décortiquées, des galets siliceux roulés, de petits cristaux de quartz, etc.

Les marnes renferment *Nummulites contortus* DESH. et *N. striatus* D'ORB. *non roulés* qui datent la formation et par suite le grès gris sous-jacent où les fossiles sont très rares, sinon absents.

OLIGOCÈNE. — Il est constitué par un ensemble de grès et de marnes rouges reposant sur le Bartonien qui dessine dans les falaises un petit synclinal. On peut l'étudier surtout à l'Est de San Vicente, dans la petite falaise qui s'étend entre le ruisseau de Meron et celui de Bederna et porte une maison crénelée connue sous le nom de « Casa de los Picos ».

Sannoisien. — Les couches inférieures de l'Oligocène sont formées d'alternances de grès et de marnes parfois même de bancs de poudingues renfermant en abondance *Nummulites intermedius* D'ARCH., *N. Fichteli* MICHELOTTI et des débris de Polypiers, de Gastropodes et de Bivalves. Les marnes rouges, toujours riches en Nummulites et en débris, terminent cet étage.

Stampien. — Il débute par un banc de conglomérat très grossier qui renferme des grès et des calcaires crétacés et des fragments importants de poudingues du niveau sous-jacent. Ce banc peu épais (3 à 4 mètres) supporte une nouvelle série de poudingues, grès et marnes rouges, dans lesquels on trouve très communément des *Lepidocyclines* associés à *Numm. intermedius*. La base grossièrement détritique de l'étage renferme, à côté des galets de provenances diverses, un très grand nombre de fossiles Nummulitiques roulés, usés, décortiqués, parmi lesquels de grandes Assilines (*A. granulosa*) et de grandes Nummulites lutéliennes (*N. aturicus*, *N. Brongniarti*, etc.). On trouve ici, *remaniés*, des échantillons des couches antérieures. Plus haut, on n'a plus que des marnes rouges ou grises dans lesquelles s'intercalent de minces lits gréseux. *Lepidocyclina dilatata* MICHELOTTI y est abondant sous sa forme type et accompagné de plusieurs variétés. On trouve aussi *Lepidocyclina præmarginata* R. DOUVILLÉ, mais assez rarement, et enfin *Lep. Raulini* P. LEMOINE et R. DOUVILLÉ est encore plus rare. A l'embouchure du petit ruisseau de Bederna on voit s'intercaler dans les marnes quelques bancs peu épais de lignite.

Aquitanien. — Aux alentours du hameau de Repuente et sur la route de San Vicente à Comillas, en descendant vers la Ria de la Rabia, on voit des marnes semblables d'aspect aux précédentes et très fossilifères. Elles renferment la même faune à Lépidocyclines que les marnes stampiennes, mais *Nummulites intermedius* a disparu et elles reposent en discordance sur les terrains sous-jacents.

En outre des Foraminifères cités, on peut y recueillir des Polypiers branchus ou massifs et quelques Polypiers isolés voisins des genres *Flabellum* et *Ceratotrochus*, quelques Huîtres, quelques Gastropodes (*Cerithium*, *Scalaria*, *Dentalium*, etc.) et des dents de Squales.

Ces dernières couches, représentant le Tertiaire marin le plus récent de la province de Santander, sont tout à fait comparables par leur faune à celles de Saint-Géours de Marenne et surtout de Peyrère dans le bassin de l'Adour.

M. Henri Douvillé fait observer le grand intérêt que présentent les observations de M. Mengaud qui ajoutent notablement à nos connaissances sur le bassin tertiaire du Sud-Ouest. Les couches inférieures reproduisent le faciès bien connu du Lutétien pyrénéen. Mais M. Douvillé serait disposé à placer les grès à *Orthophragmina* dans l'Auversien. Le Bartonien commence avec les conglomérats qui jouent un rôle si important dans les falaises de San Vicente ; ils sont surtout développés dans l'Oligocène à *Nummulites intermedius* qui renferme comme en Italie toute une faune de Lépidocyclines, *Lépidocyclina dilatata*, *L. præmarginata*. Dans les conglomérats cette faune est mélangée mécaniquement, non seulement avec des *Nummulites* et des *Orthophragmina* éocènes, mais encore avec des *Orbitolina* crétacés ; il faut s'attendre à rencontrer des mélanges analogues non seulement dans les formations littorales mais encore dans les régions de nappes ou de chevauchements. M. Douvillé a observé le premier cas à Peyrère et le second en Andalousie ; il persiste à penser que les mélanges signalés en Sicile ont une cause analogue.

LA *HYÆNA INTERMEDIA* ET LES OSSEMENS HUMATILES DES CAVERNES DE LUNEL-VIEL

PAR Édouard Harlé.

L'an VIII de la République française, l'exploitation d'une carrière de pierre, au lieu dit Mas-Gautier (Carte de l'État-Major), à 1 km. au Nord-Ouest de Lunel-Viel (Hérault), mit à découvert une galerie souterraine. Vingt-quatre ans plus tard, un visiteur y ramassa un ossement qu'il offrit à Marcel de Serres, professeur de géologie à la Faculté de la ville voisine de Montpellier. Marcel de Serres, comprenant tout l'intérêt de cette découverte, sollicita du gouvernement une subvention pour faire des fouilles importantes. La subvention fut accordée, sous condition que tous les ossements appartiendraient à la Faculté des Sciences de Montpellier. Les fouilles furent exécutées dans cette galerie et dans deux autres découvertes tout auprès. Elles donnèrent beaucoup d'ossements qui furent étudiés et, en grand nombre, figurés, dans l'ouvrage « Recherches sur les ossemens humatiles des cavernes de Lunel-Viel, par Marcel de Serres, Dubrueil et Jeanjean, Montpellier, 1839 »¹, publication précédée de plusieurs autres, des mêmes auteurs, dans les *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, la plus ancienne dans le tome XVII, 1828.

Ces galeries existent encore en entier. La plus grande, de 10 m. de largeur, est utilisée comme salle de bal pour la fête locale du lundi de Pâques et pour les mariages, grâce à l'amabilité de M. Bret, propriétaire du domaine où elles sont situées.

Tous ces ossements sont quaternaires. Plusieurs appartiennent à des Hyènes : L'une, très voisine de l'Hyène rayée actuelle, a été appelée par Marcel de Serres, *Hyæna prisca* — une autre est, d'après lui, l'Hyène tachetée; *Hyæna crocuta*, du Quaternaire : l'*Hyæna spelæa* — enfin, une troisième qui lui semblait intermédiaire entre ses deux autres espèces, a reçu de lui, pour ce motif, le nom de *Hyæna intermedia* ou « Hyène mixte ».

L'étude des Hyènes de Lunel-Viel a été reprise par Paul Gervais qui, étant professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, avait tous les échantillons à sa disposition. Dans ses ouvrages

1. Il y est expliqué, p. 236, que le terme *humatile* est créé pour les ossements qui, antérieurs aux temps historiques, ne sont cependant pas assez anciens pour mériter la qualification de *fossiles*.

On écrit souvent *Dubrenil* (et l'imprimeur l'a fait, malgré moi, dans une de mes notes récentes), mais c'est une erreur. Le titre porte *Dubrueil*, et avec raison, ainsi qu'il résulte de l'enquête que j'ai faite à ce sujet à Montpellier.

« Zoologie et Paléontologie françaises », 2^e édition, 1859 (p. 240, 241), et « Zoologie et Paléontologie générales », 1867-1869 (p. 24, 96 et 103), ce savant admet l'*Hyæna intermedia*, de Lunel-Viel, qui, d'après lui, « ressemble à l'*H. brunnea* », et nie la présence dans ce gisement de l'*Hyæna spelæa*. Sur ce dernier point, il s'exprime ainsi dans le premier de ces ouvrages (p. 241) : « Après un nouvel examen, je réunis à cette espèce (*H. intermedia*), ainsi que je l'avais déjà fait, les individus signalés au même lieu (Lunel-Viel) comme appartenant à l'*H. spelæa*, dont l'espèce me paraît manquer jusqu'ici à la caverne de Lunel-Viel. »

Ayant eu l'occasion d'examiner des restes d'Hyènes rayées, au cours de mes études de plusieurs gisements quaternaires anciens, de climat chaud¹, j'ai voulu, dans un but de comparaison, me rendre compte des Hyènes de Lunel-Viel. Il m'a semblé, par l'examen des planches de l'ouvrage de Marcel de Serres, que certains échantillons d'Hyène de Lunel-Viel sont d'*Hyæna spelæa* et j'en ai été fort surpris, étant donné que Gervais, savant des plus compétents, a affirmé le contraire. En outre, la validité de l'*H. intermedia*, à juger par les figures et la description de Marcel de Serres, m'a inspiré des doutes : il m'a semblé que cette Hyène ressemble tellement à l'*H. spelæa* qu'elle pourrait bien, somme toute, ne pas en différer spécifiquement. J'ai pensé que je ne pourrais tirer ces points au clair qu'en examinant les échantillons eux-mêmes. J'ai donc été à Montpellier, où, d'après l'ouvrage de Marcel de Serres, ils devaient se trouver, dans les collections de la Faculté des Sciences. Ils y sont en effet et j'ai pu les étudier à loisir, grâce à la très grande amabilité de M. Delage, professeur de géologie, successeur de Marcel de Serres, et à la complaisance de M. Mourgues, docteur ès sciences, préparateur.

J'ai trouvé, à Montpellier, presque tous les échantillons de Lunel-Viel que Marcel de Serres a étudiés. Je n'ai constaté l'absence d'autres pièces intéressantes que le crâne d'Hyène, dite *H. spelæa*, de la planche v, les canines de Lion de la planche vii, le maxillaire et la molaire de Rhinocéros de la planche xii, figures 1 et 3. Cette molaire est d'ailleurs remplacée par son moulage. J'ajoute que je n'ai pas su voir ou reconnaître les deux os supposés d'Éléphant. L'incendie de l'exposition de Montpellier, en 1896, qui a détruit les nombreux et beaux ossements des sables de Mont-

1. HARRÉ. Découverte d'ossements d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsau-nés (Haute-Garonne). *B.S.G.F.*, (3), XXII, 1894, p. 234.

Id. Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). *B.S.G.F.*, (3), XXIII, 1895, p. 44.

Id. Faune de la grotte à Hyènes rayées de Furninha et d'autres grottes du Portugal. *B.S.G.F.*, (4), IX, 1909, p. 85.

pellier et des autres gisements tertiaires de la région, appartenant à la Faculté¹, n'a eu aucune action sur les ossements de Lunel-Viel, parce que ceux, en petit nombre, qui figuraient à cette exposition, étaient près d'une porte et ont été sauvés.

MM. Kunstler et Chainé, du Muséum de Bordeaux, M. Cartailhac et MM. Roule et Jammes, du Muséum de Toulouse, M. Duboscq, de la Faculté des Sciences de Montpellier, ont favorisé mes comparaisons en me donnant aimablement accès aux échantillons de leurs services. Je tiens à les en remercier.

Marcel de Serres, qui a créé la nouvelle espèce *Hyæna intermedia* ou « Hyène mixte », l'a ainsi définie (p. 81-82) : « Elle se rapprochait tellement de l'*Hyæna spelæa*, qu'il semblait difficile de



FIG. 1.



FIG. 2.

FIG. 1-2. — *Hyæna intermedia*. Carnassière inférieure.

l'en séparer..... Un examen attentif nous a fait découvrir dans la carnassière inférieure un caractère spécifique, qui ne permet plus de confondre cette espèce avec les autres..... » Et (p. 87-88) : « La carnassière inférieure de l'hyène mixte se rapproche assez, au premier aperçu, de celle de l'*Hyæna spelæa*, par les traits les plus généraux de son volume, la forme de ses deux lobes tranchans et celle de son talon. Mais, en l'examinant avec plus d'attention, l'on y observe de plus un petit tubercule de forme conique, très pointu, situé en bas et en dedans du lobe postérieur, à peu de distance de sa jonction avec le talon. Ce tubercule se trouve dans un parallélisme assez exact avec la partie la plus reculée du lobe postérieur de la carnassière. Sous l'influence de causes... que nous croyons indépendantes de l'usure des dents et de l'âge de l'individu, ce tubercule, le plus souvent remarquable par sa forme

1. M. Delage en a recueilli, depuis, de belles séries qui, sans remplacer les anciennes, y suppléent dans une bonne mesure.

aiguë, est quelquefois mousse ». Marcel de Serres a figuré (pl. IV, fig. 5 et 6), une carnassière inférieure de sa *Hyæna intermedia* vue par la face interne et par la face externe. J'ai constaté que, de tous les échantillons, c'est celui où le petit tubercule est le plus développé. J'ai cru devoir faire dessiner soigneusement cette dent, vue en plan et vue par la face interne (fig. 1 et 2). Sur l'autre côté de la racine, est le mot *mixte* que Marcel de Serres y a écrit à l'encre. Le tubercule caractéristique est bien visible sur mes deux figures.

Je possède des carnassières pareilles à celles-ci, ayant un tubercule semblable et aussi développé. Elles ont été recueillies, avec des restes nombreux d'*Hyæna spelæa* typique, dans des gisements quaternaires, à faune de climat froid, du Sud-Ouest de la France. J'ai voulu étendre mes investigations. Pour plus de sûreté, je me suis astreint à ne tenir compte que d'échantillons où le petit tubercule est beaucoup plus développé qu'à celle des pièces de Lunel-Viel, marquées par Marcel de Serres *Hy. mixte*, où il est le plus faible. L'examen des échantillons du Muséum de Bordeaux (M.B.), de celui de Toulouse (M.T.) et de ma collection (C.H.) m'a permis de dresser la liste suivante de gisements ayant donné de ces carnassières à tubercule :

Grotte de La Chaise (Charente), avec *Hyæna spelæa* typique, Rhinocéros tichorhine et Renne (C.H.).

Grotte de Lavison, près Langon (Gironde), avec *H. spelæa* typique, *Felis spelæa*, *Elephas primigenius*, Renne (M.B.).

Grotte d'Haurets, à Ladaux (Gironde), avec *H. spelæa* typique et Rhinocéros tichorhine (C.H., récoltes Labrie).

Grotte dans la carrière d'Aurensan, à Bagnères-de-Bigorre, avec *H. spelæa* typique, Rhinocéros tichorhine et Renne (C.H.).

Grotte de Gargas (Hautes-Pyrénées), célèbre repaire d'*H. spelæa* et *Ursus spelæus* (M.T.).

Grotte de Lherm (Ariège), célèbre repaire d'*H. spelæa*, *Felis spelæa*, *Ursus spelæus* (M. T.).

Grotte de Bouichéta (Ariège), avec *H. spelæa* typique et *Ursus spelæus* (M. T.).

Grotte de Roc-Traücat, à Saint-Girons (Ariège), avec *H. spelæa* typique, Rhinocéros tichorhine et Renne (C.H.).

Grotte d'Eichel (Ariège), avec *H. spelæa* typique (C. H.)¹.

Si donc l'on admettait que le caractère qui a paru suffisant pour

1. Les échantillons, fort nombreux, ont été recueillis (surtout par M. Miquel, receveur des contributions) au fond d'un puits de 5 m. de profondeur, situé dans un recon de cette petite grotte. Les Hyènes, circulant dans l'obscurité, étaient tombées d'autant plus facilement dans ce puits, que la partie verticale est précédée d'une pente raide formant entonnoir.

créer l'*H. intermedia* est spécifique, on devrait étendre cette espèce à un grand nombre de gisements où elle a été méconnue jusqu'ici et qui ont donné, avec elle, de l'*H. spelæa* typique et des représentants de la faune quaternaire froide.

Gervais, dans « Zoologie et Paléontologie françaises », 1859, (p. 241), a différencié ainsi l'*H. intermedia* : « La molaire carnassière inférieure est assez semblable à celle de l'*H. fusca* ou *brunnea* d'Afrique... son talon étant analogue à celui de l'*H. spelæa*, mais avec la crête qui le relie à la grande aile postérieure, un peu plus saillante et en général plus simple; une pointe ou un tubercule plus ou moins saillant sur la base postérieure interne de l'aile postérieure ». Il a ajouté que la carnassière supérieure est « à talon interne au niveau du lobe antérieur externe ». J'ai cherché, échantillons de Lunel-Viel en mains, à me rendre compte de ces caractères. J'ai exposé plus haut le résultat de cette comparaison pour le tubercule ou pointe de la carnassière inférieure. Pour ce qui est du talon de cette dent, j'ai trouvé des échantillons d'*H. spelæa* typique où il est pareil. Enfin, si le caractère donné pour la carnassière supérieure a une réelle valeur spécifique, il résulte de ma comparaison, comme il a résulté de l'étude du tubercule de la carnassière inférieure, que l'*H. intermedia* se trouve dans nos gisements et qu'elle y accompagne l'*H. spelæa* typique.

Les pièces de Lunel-Viel que j'ai vues comprennent onze carnassières inférieures des Hyènes en question. La carnassière que j'ai figurée est celle où le petit tubercule est le plus accentué. L'une d'elles, appartenant à une mandibule sur laquelle Marcel de Serres a écrit à l'encre *Hyène mixte*, a ce tubercule tellement faible, arrondi et mal détaché que l'on pourrait presque contester son existence. D'autres exemplaires n'ont pas la moindre trace de ce tubercule et, parmi eux, la carnassière d'une belle mandibule sur laquelle Marcel de Serres a écrit *Hyène tachetée*. L'on a, en alignant ces onze carnassières, une gradation insensible entre celle qui est le plus *H. intermedia* et celle qui concorde absolument avec l'*H. spelæa* typique. Gervais, admettant l'*H. intermedia* dans le cas le plus net, devait donc être amené, comme il l'a été, à comprendre sous ce nom les échantillons qui ne diffèrent pas de ceux de l'*H. spelæa* typique.

Ainsi, ni le caractère qui a servi à Marcel de Serres à créer l'*H. intermedia*, ni ceux qui, d'après Gervais, définissent cette espèce, ne suffisent à la distinguer de l'*H. spelæa*. Mais il y a encore d'autres ressemblances : A la mâchoire supérieure, de même que chez l'*H. spelæa*, la tuberculeuse est extrêmement

petite et n'a qu'une racine (1 individu), ou même elle manque complètement (2 individus) et diffère ainsi de celle, très développée, de l'Hyène rayée et de l'Hyène brune. A la carnassière supérieure, le rapport de la longueur du dernier lobe à celle de l'ensemble des trois lobes, varie (5 exemplaires) de 0,40 à 0,43. Il est, notamment, 0,41 à celle de ces dents qui est figurée planche III, figures 6 et 7, sous le nom de *H. intermedia* et qui porte, à l'encre, sur sa racine, le mot *mixte*. J'ai trouvé que ce rapport varie de 0,29 à 0,34 chez l'Hyène rayée (9 individus actuels et 9 exemplaires quaternaires) — de 0,34 à 0,35 chez l'Hyène brune (5 individus actuels) — de 0,40 à 0,47 chez l'*H. spelæa* (55 exemplaires). Tous les exemplaires en question de Lunel-Viel cadrent donc, en cela aussi, avec l'*H. spelæa* et un grand intervalle les sépare de ceux de l'Hyène brune et de l'Hyène rayée.

Il m'a semblé intéressant de noter l'opinion de divers savants sur l'*H. intermedia* de Lunel-Viel :

DE CHRISTOL. Extrait publié dans *Ann. Sc. nat.*, XIII, février 1828 : Paraît être l'Hyène brune.

MARCEL DE SERRES, DUBRUEIL et JEANJEAN. Étude publiée dans *Mém. Muséum Hist. nat.*, XVII, 1828, et *l.c.*, 1839 : Est très voisine de l'*H. spelæa*, mais se rapproche, par le petit tubercule, de l'Hyène brune.

DE BLAINVILLE. Ostéographie, II, 1839-1864, Hyènes, p. 49 : Est probablement l'*H. spelæa*.

BOYD DAWKINS. On the Dentition of Hyena Spelæa. *Natural History Review*, 1865, p. 92, 94, 95 : L'*H. intermedia*, l'*H. Perrieri* du Pliocène et aussi l'Hyène brune, ne sont pas des espèces différentes de l'*H. spelæa*.

GERVAIS. Zoologie et Paléontologie générales, 1867-1869, p. 96 et 103 : Ressemble à l'Hyène brune, qu'elle représente en Europe.

BUSK. Quaternary Fauna of Gibraltar, 1877, p. 79 : Représente certainement l'Hyène rayée.

GAUDRY et BOULE. Matériaux pour l'Histoire des Temps quaternaires, IV, 1892, p. 121, 122 : « Forme identique à l'Hyène brune. »

ZITTEL. Traité de Paléontologie, *Mammalia*, 1894, p. 667 : C'est une Hyène rayée.

TROUESSART. *Catalogus Mammalium*, 1898-1899, p. 319 : La comprend parmi les Hyènes rayées.

BOULE. La Caverne à ossements de Montmaurin. *Anthropologie*, 1902, p. 313 : « Il faut la regarder comme une de ces nombreuses formes intermédiaires qui unissent l'Hyène tachetée actuelle et sa variété des cavernes aux Hyènes pliocènes du même type. »

Voici, d'après mes déterminations, la liste des Mammifères de Lunel-Viel. Pour la dresser, j'ai utilisé seulement les échantil-

lons que j'ai vus, échantillons qui ont été déposés à la Faculté des Sciences de Montpellier par Marcel de Serres. Les os sont en bon état : malgré la présence des Hyènes, ils ne sont pas rongés. Les cotes que j'ai notées ne concernent jamais, sauf mention contraire, des os dont les extrémités articulaires sont imparfaitement soudées. Ces cotes sont au dixième de millimètre, parce que telle est l'indication donnée par mon appareil de mesure ; mais je dois faire observer que, pour bien des raisons, le chiffre des dixièmes de millimètres n'est pas certain.

URSUS ARCTOS LINN. — Quelques restes, dont plusieurs sont figurés à la planche 1, sont d'un Ours qui est très probablement un *Ursus arctos*, grand et robuste. Les deux exemplaires de la dernière molàire supérieure ont 37 mm. 5 et 44 mm. de longueur. Ces longueurs se rencontrent chez les *U. arctos*, mais la seconde seule, non la première, chez les *U. spelæus* que j'ai vus¹. La surface de ces dents est malheureusement très usée. L'exemplaire de la tuberculeuse inférieure a une forme très allongée (longueur 24 mm. ; largeur 16 mm.) comme souvent chez l'*U. arctos*, rarement chez l'*U. spelæus*. Sa surface n'a pas cette accumulation de nombreuses petites saillies circulaires qui est rare chez l'*U. arctos*, fréquente chez l'*U. spelæus*. Un second et un troisième métacarpiens ressemblent beaucoup, en un peu moins massif peut-être, aux nombreux échantillons correspondants de l'*U. arctos* de la grotte à Hyènes rayées de Furninha (Portugal) qu'il m'a été donné d'examiner, grâce à l'obligeance de M. Choffat. Ces deux métacarpiens ne semblent pas assez massifs pour être d'*U. spelæus*. Voici, pour chacun d'eux, la longueur totale et la circonférence minima : le second, 78 mm. et 38 mm. 5 ; le troisième, 81 mm. et 43 mm.

MELES TAXUS SCHREB. — Quelques restes sont d'un fort Blaireau. Longueur et largeur de la carnassière inférieure de la mandibule figurée planche 1 : 18 mm. 2 et 7 mm. 8. Longueur de l'humérus figuré sur la même planche : 112 mm. ; largeur de son extrémité inférieure : 33 mm. 5. D'après Marcel de Serres, (p. 67), les restes de Blaireau étaient nombreux.

LUTRA CANADENSIS SABINE. — Le lot de Lunel-Viel comprend une mandibule de Loutre, munie de sa carnassière et des deux dents qui la

1. A l'*U. arctos* que j'ai trouvé à Montsaunés avec *Macacus*, *Hyæna striata*, *Sus priscus*, etc., la longueur de cette dent (2 exemplaires) est 39 mm. 6 et 43 mm. A l'*U. arctos* découvert par Delgado à Furninha avec *H. striata*, cette longueur varie (4 exemplaires) de 35 mm. 8 à 38 mm. 5. A un *U. arctos* de la grotte du Prince, près de Monaco (13 exemplaires), de 31 mm. 2 à 40 mm. 8. A l'*U. arctos* actuel (19 individus), de 28 mm. à 37 mm. A l'*U. spelæus* (42 individus du Sud-Ouest de la France), de 40 mm. 7 à 53 mm. 2. Toutes cotes que j'ai mesurées sur les échantillons.

L'on trouvera de nombreuses cotes analogues dans *Beitrag zur naeheren Kenntnis der Carnivoren aus den Sanden von Mauer und Mosbach*, par Wilhelm von REICHENAU, 1906.

précèdent, pièce que Marcel de Serres a figurée planche II. J'ai comparé cet échantillon aux mandibules de 17 Loutres, dont deux de l'espèce actuelle dite du Canada, provenant des États-Unis (Montana et Floride) et appartenant au Muséum de Bordeaux, et 15 actuelles de France. La mandibule de Lunel-Viel ressemble complètement à celles des deux Loutres du Canada. Elle diffère un peu de celles de mes Loutres de France. En effet, Loutre de Lunel-Viel et Loutres du Canada ont les dents plus grandes que mes Loutres de France — la carnassière, relativement plus large (rapport de sa largeur à sa longueur égal à 0,6 au lieu de 0,5) et avec détails accessoires généralement plus accentués — la prémolaire antérieure, placée plus obliquement, de manière à occuper moins d'espace suivant la longueur de la mandibule — elles n'ont que deux trous mentonniers, tandis que presque toutes mes Loutres de France en ont de trois à cinq. Sans m'exagérer la valeur de ces différences, je ne puis que constater que l'échantillon de Lunel-Viel ressemble davantage aux mandibules des Loutres du Canada¹.

Longueur et largeur de la carnassière : 14 mm. et 8 mm. 6. Distance de l'arrière de l'alvéole de la canine à l'arrière de l'alvéole de la tuberculeuse : 38 mm. 5.

CANIS LUPUS LINN. — Des restes, provenant de plusieurs individus, appartiennent à un Loup de taille généralement inférieure à celle du grand Loup du Quaternaire froid. Longueur de la carnassière inférieure (8 exemplaires) : de 22 mm. à 27 mm.

Une des pièces est la mandibule droite (planche II, fig. 3). Elle n'a pas trace de la dernière tuberculeuse, fait qui a paru suffisant à Bourguignat pour créer, sur ce seul exemplaire, son *Cuon Edwardsianus*, parce que cette dent manque aux *Cuon*². Mais ce fait est individuel et la mandibule n'est pas d'un *Cuon*, car sa carnassière et sa première tuberculeuse ont la même forme que chez les Loups (moins simple que chez les *Cuon*) et les ossements de Lunel-Viel comprennent une autre mandibule qui est identique sauf, en plus, la dernière tuberculeuse en question³.

CANIS VULPES LINN. — Quelques restes.

HYÆNA STRIATA ZIMM., var. *MONSPESSULANA* DE CHRISTOL. — Les cavernes de Lunel-Viel ont donné une Hyène rayée qui a été publiée, en 1828, par Marcel de Serres, sous le nom de *Hyæna prisca*, et, en 1828 aussi, par de Christol, sous celui de *Hyène de Montpellier* (*Hyæna monspessulana*). C'est le nom de *Hyæna prisca* MARCEL DE SERRES qui a prévalu.

1. Une mandibule de Loutre que j'ai recueillie dans une grotte de la carrière d'Aurensan, à Bagnères-de-Bigorre, avec des restes d'*Hyæna spelæa*, Rhinocéros lichorbine et Renne, présente les mêmes caractères *canadensis*.

2. BOURGUIGNAT. Recherches sur les ossements de *Canidæ* constatés en France, à l'état fossile, pendant la période quaternaire, 1875, p. 52 à 57.

3. HARIÉ. Note sur des mandibules d'un Canidé du genre *Cuon*. *Anthropologie*, 1891, p. 134 et 135.

Un résumé de l'étude faite par de Christol a paru dans les *Annales des Sciences naturelles* (t. XIII, février 1828, p. 141), sous le titre : « Extrait d'un Mémoire relatif à quelques espèces nouvelles d'Hyènes fossiles découvertes dans la caverne de Lunel-Viel, près Montpellier ; par MM. Jules de Christol et A. Bravard ». Dans ce résumé (p. 142), l'Hyène en question reçoit le nom de *Hyène de Montpellier*. J'ajoute que, d'après de Blainville (*Ostéographie*, Hyènes, p. 80), c'est par erreur que Bravard figure au titre. Le Mémoire a paru dans les *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris*, IV, 1828.

Le travail de Marcel de Serres a été publié dans les *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle* (t. XVII, 1828, p. 269), sous le titre : « Mémoire sur les diverses espèces d'Hyènes fossiles découvertes dans les cavernes de Lunel-Viel (Hérault), par MM. Marcel de Serres, Dubrueil et B. Jeanjean. » L'Hyène en question y reçoit le nom de *Hyæna prisca*. J'observe que, quelques pages avant (p. 230), figure une « Lettre écrite de l'Île de France sous la date du 18 octobre 1828 ». La publication n'a donc été faite, en réalité, qu'en 1829. J'ajoute que, au début du Mémoire (p. 269), les auteurs se plaignent des « observations publiées par différens géologues sur ces cavernes » avec « une apparence de priorité ».

Je crois donc que la priorité appartient à de Christol.

Je n'ai vu, parmi les restes de Lunel-Viel, que peu d'échantillons d'Hyène rayée. Ils appartiennent à trois ou quatre individus seulement. J'ai retrouvé presque tout ce que Marcel de Serres énumère dans son ouvrage.

Carnassière supérieure. Longueur de l'ensemble des trois lobes et rapport de la longueur du troisième lobe à cette longueur de l'ensemble : 32 mm. 6 et 0,33. Autre exemplaire : 32 mm. 7 et 0,32. Dans les deux cas, ce rapport est comme chez l'Hyène rayée, plus faible que chez l'Hyène brune.

La carnassière inférieure (3 exemplaires) est pareille à celle de l'Hyène rayée, différente de celle de l'Hyène brune. Longueur et largeur : 23 mm. 3 et 12 mm. Autre : 24 mm. 2 et 13 mm. Autre (qui est sur la pièce suivante) : 24 mm. 3 et 12 mm. 6.

A 12 individus d'Hyène rayée actuelle, j'ai trouvé que la longueur correspondante est, pour la carnassière supérieure, de 27 mm. 6 à 33 mm. et, pour la carnassière inférieure, de 18 mm. 5 à 23 mm. D'après cela, l'Hyène rayée de Lunel-Viel était d'une taille égale ou un peu supérieure à celle des fortes Hyènes actuelles.

Mandibule gauche. Longueur et largeur de la carnassière : 24 mm. 3 et 12 mm. 6. Longueur de l'ensemble des quatre molaires : 78 mm. Cette mandibule est celle qui a été représentée par Marcel de Serres (pl. iv, fig. 1), à une échelle très réduite, figure qui a été copiée par de Blainville (*Ostéographie*, *Hyæna*, pl. viii), mais en la renversant, de manière à en faire une mandibule droite, et en augmentant l'échelle, ce qui a exagéré les imperfections du dessin.

J'ai comparé les échantillons de Lunel-Viel à de nombreuses mâchoires et dents isolées d'Hyènes rayées actuelles (d'Algérie) et quaternaires

(de Montsaunés, Es-Taliens, Furninha). Je n'ai vu de différence bien appréciable que pour la seconde molaire, P₃, dont j'ai deux exemplaires de Lunel-Viel. Cette dent y a des caractères que j'indiquerai plus loin. J'ai représenté (fig. 3 et 4) l'exemplaire de la mandibule gauche précitée, vu en plan et vu par sa face interne.



FIG. 3.



FIG. 4.

FIG. 3-4. — *Hyæna striata*. Deuxième molaire.

Gervais (Zool. et Pal. Fr., p. 241) a remarqué que la carnassière inférieure de l'Hyène rayée de Lunel-Viel est plus épaisse que celle de l'Hyène rayée actuelle. Mais je trouve que, aux trois exemplaires de cette dent provenant de Lunel-Viel, le rapport de la largeur à la longueur est 0,54 — 0,52 — 0,52, tandis que, chez l'Hyène rayée actuelle (9 individus), il varie de 0,58 à 0,49. Cette dent est donc parfois, au contraire, plus épaisse chez l'Hyène rayée actuelle que chez celle de Lunel-Viel¹.

Les Hyènes rayées que j'ai eu occasion d'examiner pourraient être réparties comme suit :

1. Hyène actuelle d'Algérie : La seconde molaire inférieure P₃ n'a, en avant, qu'un faible ressaut ou épaulement ou même, plus souvent, en est dépourvue — l'arrière de cette dent, vu en plan, est perpendiculaire à sa longueur, il est en demi-cercle.

2. Hyène quaternaire, l'exemplaire d'Es-Taliens² et l'un des exemplaires de Furninha : Trace de ressaut en avant — l'arrière, vu en plan, perpendiculaire comme chez l'actuelle — fortes dimensions (Longueur et largeur. Es-Taliens : 22 mm. 5 et 15 mm. Furninha : 23 mm. et 15 mm. 5).

3. Hyène quaternaire de Furninha, les neuf autres exemplaires de ce gisement : Ressaut notable en avant — terminée en arrière par une ligne oblique — dimensions intermédiaires entre celles des deux groupes précédents (Longueur d'un exemplaire, prise perpendiculairement à sa largeur : 20 mm. 7. Largeur : 13 mm. 8. Autre : 21 mm. 4 et 13 mm. 6).

4. Hyène quaternaire de Lunel-Viel : Très fort ressaut en avant — terminée obliquement en arrière, comme celles du groupe précédent —

1. Le rapport 0,58 est celui de la carnassière gauche d'un crâne au Muséum de Bordeaux. Le rapport pour la carnassière droite du même individu est 0,55.

Je profite de cette occasion pour signaler qu'un des crânes d'Hyène rayée actuelle que j'ai vus, crâne qui appartient au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, possède, à la mandibule droite, une prémolaire supplémentaire P₁. C'est une petite dent conique, de 4 mm. de diamètre et de 4 mm. 5 de hauteur. Cette dent est un caractère ancestral qui reparait, car des Hyènes tertiaires la possèdent normalement.

2. *Loc. cit.*, p. 46 et 47, fig. 1 et 2. Depuis, j'ai plus complètement dégagé cette dent de sa gangue pour mieux la mesurer,

leur ressemble par ses dimensions (Mandibule de Lunel-Viel. Longueur de cette dent, prise perpendiculairement à sa largeur : 22 mm. Largeur : 13 mm. 5).

Ces groupes sont bien rapprochés et l'examen d'un plus grand nombre d'échantillons ferait peut-être constater des exemplaires à caractères intermédiaires, rendant ainsi impossible toute division absolue. Caractères et groupes conserveraient néanmoins leur valeur au titre de tendances. Il arrive que le caractère distinctif d'une race, d'une variété, d'une espèce, n'est pas absolument constant, qu'il souffre exception, qu'il n'est, somme toute, qu'une tendance.

HYÆNA CROCUTA ERLX, race *INTERMEDIA* MARCEL DE SERRES. — Restes d'au moins huit individus¹. J'ai montré plus haut que cette Hyène ne diffère pas ou diffère peu de l'*H. crocuta* race *spelæa*. Je vais examiner cette question de plus près. Elle présente, en effet, un certain intérêt parce que, si l'*H. spelæa* des temps à climat froid est très commune et bien connue, l'Hyène dont il s'agit, contemporaine de l'Hyène rayée, datant par conséquent du Quaternaire plus ancien à climat chaud, est fort rare et n'a pas été, que je sache, étudiée en détail.

J'ai comparé les échantillons de cette Hyène à de très nombreux échantillons d'*H. spelæa* (*H. crocuta*, race *spelæa*), du Sud-Ouest de la France, et aux parties correspondantes de trois crânes d'*H. crocuta* actuelle, dont l'un appartient au Muséum de Toulouse et les deux autres (aimablement envoyés par M. Stehlin) au Naturhistorisches Museum de Bâle. Je n'ai pu utiliser pour cette comparaison toutes les dents de ces trois crânes, parce que plusieurs sont en médiocre état et parce que les deux carnassières supérieures du crâne n° 2019 de Bâle présentent cette curieuse anomalie d'avoir leur lobe postérieur complètement courbé en quart de cercle vers l'extérieur.

La longueur de l'ensemble des trois lobes de la carnassière supérieure de l'Hyène de Lunel-Viel (6 exemplaires) varie de 35 mm. 2 à 37 mm. 5. A 55 carnassières supérieures d'*H. spelæa* que j'ai mesurées, elle varie de 37 mm. 5 à 45 mm. 5. A l'Hyène actuelle, elle est de 35 mm. et 37 mm. 2.

La longueur de la carnassière inférieure varie de 27 mm. 5 à 30 mm. 5 chez l'Hyène de Lunel-Viel (10 exemplaires) — de 28 mm. 4 à 35 mm. 7 chez l'*H. spelæa* 71 exemplaires, dont les deux extrêmes sont de la même grotte de La Chaise, Charente) — elle est 25 mm. 5, 26 mm. et 30 mm. chez l'Hyène actuelle.

A en juger par ces dents, la taille de l'Hyène de Lunel-Viel est donc semblable à celle des sujets forts de l'Hyène actuelle. Elle est égale ou inférieure à celle des plus petites *H. spelæa*.

Le rapport de la longueur du dernier lobe de la carnassière supérieure à la longueur de l'ensemble de ses trois lobes varie de 0,40 à

1. J'ai constaté que le crâne qui est représenté planche III, figure 1, sous le nom de *H. prisca*, c'est-à-dire d'une Hyène rayée, est au contraire d'une *H. crocuta*. Les deux molaires qui lui restent, P₂ et P₃, ont tous les caractères qui différencient *H. crocuta* de l'Hyène rayée.

0,43 chez l'Hyène de Lunel-Viel (5 exemplaires) — de 0,40 à 0,47 chez l'*H. spelæa* (55 exemplaires) — au seul crâne d'Hyène actuelle où j'ai pu mesurer ces longueurs, il est 0,39 pour la carnassière gauche et 0,42 pour la droite. Le rapport de l'Hyène de Lunel-Viel est donc comme chez l'Hyène actuelle et comme chez les *H. spelæa* où il est le plus faible.

Le rapport de la longueur de la carnassière supérieure (ensemble des trois lobes) à la longueur de l'ensemble des deux prémolaires précédentes est 0,88 et 0,95 chez l'Hyène de Lunel-Viel (2 exemplaires bien adultes) — chez l'*H. spelæa* il varie de 0,92 à 1,02 (8 individus bien adultes, mais il atteint 1,04 et peut-être encore davantage chez les sujets incomplètement développés) — il est 0,91 et 0,95 pour les deux Hyènes actuelles où j'ai pu l'évaluer. Le rapport de l'Hyène de Lunel-Viel est donc comme aux *H. spelæa* chez lesquelles il est faible ou encore moindre. Il est parfois aussi plus petit que chez l'Hyène actuelle.

A l'Hyène de Lunel-Viel, le talon de la carnassière supérieure, tantôt s'avance plus en avant que le lobe antérieur (1 exemplaire, marqué *mixte*), plus souvent, au contraire, est complètement en arrière (4 exemplaires dont 2 paraissent du même sujet). Chez l'*H. spelæa*, c'est le premier cas qui est presque toujours réalisé: le second est rare. Chez l'Hyène actuelle, le seul crâne où j'ai pu observer ce point est dans le premier cas.

La prémolaire supérieure P_3 , qui précède la carnassière, est de forme moins haute, moins hardie, chez l'Hyène de Lunel-Viel qu'elle n'est généralement chez l'*H. spelæa*. Elle est comme à la seule des trois Hyènes actuelles où son usure n'est pas trop forte pour en juger.

A cette même dent, le rapport de la largeur à la longueur varie de 0,84 à 0,76 chez l'Hyène de Lunel-Viel (12 exemplaires) — chez l'*H. spelæa*, les exemplaires que j'ai vus sont relativement plus étroits, sauf deux de Bach (Lot) dont le rapport s'élève à 0,78 et 0,77 et deux d'autres gisements où il atteint 0,77 — aux trois crânes d'Hyène actuelle, ce rapport varie de 0,76 à 0,71. Cette dent est donc relativement large chez l'Hyène de Lunel-Viel.

Une mandibule de Lunel-Viel, sur laquelle est écrit à l'encre *Hyène tachetée*, a, pour longueur de la carnassière, 30 mm. et, pour longueur de l'ensemble des quatre molaires, 84 mm., nombres dont le rapport est 0,35. A deux mandibules sur lesquelles est écrit *Hyène mixte*, ces longueurs et rapport sont 28 mm. et 80 mm. et 0,35 — 29 mm. 5 et 86 mm. 2 et 0,34. Chez l'*H. spelæa* (16 individus), ce rapport varie de 0,39 à 0,33. Aux trois crânes d'Hyène actuelle, il varie de 0,34 à 0,33. L'Hyène de Lunel-Viel rentre, à ce point de vue, dans les limites de l'*H. spelæa*.

A la carnassière inférieure de l'Hyène de Lunel-Viel, le tubercule interne, dont il a été tant question, est placé, lorsqu'il existe, de sorte que son bord postérieur se projette (vu latéralement), sur la limite postérieure du lobe. Aux *H. spelæa* que j'ai vues, il se projette tantôt de même, plus souvent un petit peu en arrière. Une des Hyènes actuelles

(n° 2912 de Bâle) a ce tubercule, mais très petit et situé plus en arrière.

La seconde prémolaire inférieure P_3 de l'Hyène de Lunel-Viel est comme aux sujets d'*H. spelæa* où elle est le moins élancée et comme au seul sujet actuel dont cette dent est peu usée. Son talon est peut-être un peu plus fort.

La première prémolaire inférieure P_2 de l'Hyène de Lunel-Viel (7 exemplaires) n'est pas plus large ou à peine plus large en arrière qu'en avant, tandis que, chez l'*H. spelæa*, la largeur de cette dent est bien plus grande en arrière, sauf quelques rares exemplaires où elle l'est seulement un peu plus, comme à certains exemplaires de Lunel-Viel. À deux des trois Hyènes actuelles, cette dent ressemble davantage à celle de l'Hyène de Lunel-Viel; à la troisième, elle rappelle davantage celle de l'*H. spelæa*. En outre, cette dent, chez l'Hyène de Lunel-Viel, a son talus inférieur moins concave qu'il n'est chez la plupart des *H. spelæa* et même chez l'Hyène actuelle.

En résumé, l'Hyène de Lunel-Viel diffère de l'*H. crocuta* actuelle et de sa race *spelæa*, mais seulement par des nuances. On peut dire qu'elle rentre dans leur cadre avec tendance à en sortir. Le nom de *H. intermedia* ne peut lui être conservé tout au plus qu'à titre de race. Si l'on donne des noms spéciaux à toutes les variations successives d'un type, leur nombre n'aura pas de limite. Il faut bien marquer par des bornes les kilomètres des routes, sans quoi l'on aurait peine à se reconnaître, mais il serait abusif d'en placer à tous les mètres, à tous les centimètres.

La valeur des caractères de l'*H. intermedia* est illustrée par ce fait que j'hésite à attribuer à cette Hyène, plutôt qu'à l'*H. spelæa*, les deux maxillaires supérieurs et les deux mandibules de Bach (Lot) que possède le Muséum de Toulouse. Ces pièces, provenant d'au moins deux individus, ont cependant plusieurs de ces caractères et, parmi eux, la grande largeur de la prémolaire supérieure P_3 , définie par les rapports 0,78 et 0,77 que j'ai cités.

FELIS LEO LINN., var. *SPELÆA* GOLD. — Restes d'au moins deux adultes et un jeune, figurés pl. VII. Sujets de taille grande et moyenne.

FELIS PARDUS LINN. — Des restes d'au moins deux individus sont de Panthère. La longueur de la carnassière de la mandibule (pl. IX, fig. 1) est 20 mm. et celle de l'ensemble de ses trois molaires, 49 mm.

FELIS CATUS LINN. ou espèce voisine — Restes peu nombreux. Longueur de la carnassière et longueur de l'ensemble des trois molaires d'une mandibule : 7 mm. 8 et 21 mm. 5 — d'une autre mandibule : 8 mm. 5 et 22 mm.

FELIS PARDINA OKEN. — Lynx, comme celui qui vit actuellement dans la péninsule ibérique, de petite taille et dépourvu de talon à la carnassière inférieure. Les échantillons de Serval que j'ai vus dans plusieurs Musées ont une taille plus réduite.

Restes d'au moins quatre sujets. Canines avec profonds sillons. Longueur de la carnassière et longueur de l'ensemble des trois molaires, à une mandibule : 13 mm. 5 et 32 mm. — à une autre : 15 mm. et 33 mm. 4. Longueur d'une autre carnassière inférieure : 13 mm. 3.

RHINOCEROS MERCKI KAUP. — Assez nombreux échantillons dont plusieurs sont représentés pl. XII.

EQUUS CABALLUS LINN. — Échantillons fort nombreux (24 canons entiers, etc.).

SUS SCROPHA LINN., ordinaire et var. *PRISCUS* MARCEL DE SERRES. — Un crâne avec mâchoire inférieure, pièces superbes figurées planche XI; aussi, nombreuses dents et quelques os. Ce crâne, étudié, il y a peu d'années, par M. Stehlin, diffère de celui du *S. scropha* ordinaire par sa taille énorme, par la plus grande importance relative de ses dimensions transversales, par les proportions massives et la largeur de ses molaires¹. Mais d'autres échantillons diffèrent moins ou pas de ceux du *S. scropha* ordinaire.

GRAND BOVIDÉ (BOS ou BISON). — Restes très nombreux (24 canons entiers, etc.).

CERVUS ELAPHUS LINN., moyen, et des *CERVUS* probablement *ELAPHUS*, petits. — Restes de plus de vingt individus. Marcel de Serres les a attribués à quatre espèces nouvelles : *Cervus intermedius*, *C. coronatus*, *C. antiquus*, *C. pseudo-virginus*.

Le *C. intermedius* me paraît n'être autre que le *C. elaphus*, sujets de taille moyenne.

Les autres sujets sont de petite taille.

Le caractère « tout à fait distinctif » du *C. antiquus*, qui a motivé la création de cette espèce, est la présence d'un cône interlobaire aigu, non seulement entre le premier et le second lobes de la dernière molaire inférieure, face externe, mais aussi entre son second et son troisième lobes (p. 176 et 185; pl. xv, fig. 9). A mon avis, ce caractère n'est qu'individuel. En effet, parmi de nombreuses molaires de *C. elaphus* de la célèbre grotte à peintures d'Altamira (Espagne), de la station préhistorique magdalénienne de La Machonie, à Condat (Dordogne), de la grotte de la Tourasse (Haute-Garonne), qui est une station préhistorique de l'extrême fin du Quaternaire, de la grotte de Montfort (Ariège), je possède des exemplaires de cette dent qui ont ces deux pointes et les ont proportionnellement aussi développées que l'échantillon type du *C. antiquus*. Je possède même, des grottes de la Tourasse et de Montfort, des exemplaires où la seconde pointe est, non seulement grande, mais divisée en deux très aiguës : belle matière, pour un Marcel de Serres, à créer encore une espèce nouvelle ! Le même échantillon type du *C. antiquus* présente une autre particularité qui ressort bien sur la figure : elle consiste en ceci que le troisième lobe forme un angle aigu vers l'extérieur de la dent. Mais une dernière molaire inférieure de *C. elaphus* d'une palafitte de Robenhausen, que je possède, présente aussi cette particularité.

Le caractère qui a motivé la création du *C. coronatus* est une crête

1. H. G. STEHLIN. Ueber die Geschichte des Suiden-Gebisses. *Abh. der schweizerischen palæontologischen Gesells.*, XXVI, 1899, p. 65 et 262 — XXVII, 1900, p. 391.

saillante du frontal, du côté interne de la cheville osseuse qui supporte le bois (p. 175 à 178; pl. xvi, fig. 11). J'ai trouvé cette particularité à un crâne, du Muséum de Toulouse, qui est étiqueté *C. elaphus*: Des deux crânes de Renne du Muséum de Bordeaux, un la possède et l'autre en est dépourvu. Ce caractère n'a donc peut-être pas grande valeur?

Je ne sais pas davantage si l'aplatissement transversal du support d'un bois, qui a conduit Marcel de Serres à créer le *C. pseudo-virgininus* (p. 176 et 178; pl. xvi, fig. 15), est un bon caractère spécifique? Le bois, d'après le mauvais fragment qui en reste, était rugueux et à pier-rure développée, comme chez le *C. elaphus*.

Les échantillons de Lunel-Viel que j'ai vus comprennent un certain nombre de portions de bois de Cervidés, sujets moyens et petits : elles ont la forme, la rugosité et le cercle de pierrures du *C. elaphus*. Ils comprennent aussi la portion, entre bois, des crânes de cinq sujets, moyens et petits : j'y ai constaté que la suture pariéto-frontale a le même tracé que chez le *C. elaphus*, tracé qui diffère notamment de ceux du Daim et du Renne. Les exemplaires en bon état de la dernière molaire inférieure sont au nombre de 25 et leur longueur, mesurée à la base de l'émail, varie de 34 à 25 mm., d'une manière à peu près continue et sans que l'on puisse dire où finit le Cerf moyen et commencent les petits. Toutes les dents sont semblables à celles du *C. elaphus*. Tout au plus peut-on remarquer que, à quelques-unes des dernières molaires inférieures, petits exemplaires, le troisième lobe a une section relativement très faible et son puits disparaît dès le début de l'usure. Mais d'autres de ces molaires, petites aussi, ont ce troisième lobe et son puits de proportions ordinaires, de sorte que la réduction du troisième lobe et de son puits est peut-être, non un caractère spécifique, mais une tendance. Les canons, phalanges et autres os sont de formes semblables à ceux du *C. elaphus*. Je pense que les petits Cervidés appartiennent, comme les moyens, au groupe *elaphus* ou qu'ils appartiennent à un groupe voisin. Je ne sais comment Rüttimeyer (Hirsche, II, 1883, p. 104 et 105) a cru reconnaître du Renne parmi les échantillons de Lunel-Viel, car aucun n'appartient à ce Cervidé.

Mandibule marquée à l'encre : *C. pseudo-virgininus*. Longueur de la dernière molaire, mesurée à la base de l'émail : 27 mm. (son troisième lobe a une section réduite et, quoique peu usé, n'a pas de puits). Longueur maxima de l'ensemble des arrière-molaires : 65 mm. 5 — de l'ensemble des prémolaires : 38 mm. — de l'ensemble des arrière-molaires et prémolaires : 103 mm. Cette mandibule a été représentée planche xv, figure 12, mais en réduisant beaucoup les dimensions du maxillaire (non des dents).

Canons : Longueur — largeur maxima de l'extrémité supérieure — minima du corps — maxima de l'extrémité inférieure (Les deux canons* ont trace de la soudure de l'épiphyse inférieure) :

Antérieur	»	»	»	45 mm. 7
—	242	40	22,2	39
—	226	35	20,5	38 ? *
—	207	31	16,8	32,7 *

Postérieur	288	39	24	45
—	»	»	»	44
—	250	31	20	35
—	249	30,2	20,2	35,6
—	244	30,5	19,8	35

OVIS (?). — Marcel de Serres a figuré (pl. xv) un canon postérieur qui, d'après lui, est de Mouton ou de Chèvre. A mon avis, cette pièce n'est pas de Chèvre, mais elle peut être de Mouton. Sa couleur diffère un peu de celle des autres échantillons. Longueur : 124 mm. 5. Largeur maxima de l'extrémité supérieure : 19 mm. — minima du corps de l'os : 10 mm. 5 — maxima de l'extrémité inférieure : 22 mm. 5.

LEPUS CUNICULUS LINN. — Restes nombreux de Lapin. Longueur du tibia (3 exemplaires) : 84 mm. — 89 mm. 5 — 92 mm. 6.

LEPUS TIMIDUS LINN. — J'ai vu aussi quelques restes de Lièvre. Leur couleur diffère un peu de celle des autres échantillons.

CASTOR FIBER LINN. — Une mandibule figurée (pl. x). Sujet de taille moyenne. La couleur de cet échantillon n'est pas tout à fait la même que celle des autres.

La faune que je viens de décrire est celle d'un climat chaud, datant du Quaternaire ancien.

Je ne puis m'expliquer pour quelle cause les deux Hyènes de Lunel-Viel ont cessé de vivre en France. Ont-elles disparu par suite de la concurrence vitale ? Mais les Hyènes sont des animaux peu difficiles qui ont dû trouver, au moins la plupart, de quoi se nourrir. Ont-elles été exterminées par l'Homme ? Mais, actuellement, elles vivent et prospèrent dans des pays passablement peuplés. Pourquoi n'auraient-elles pas vécu, malgré l'Homme, comme les Ours et les Loups ? Faut-il accuser le changement de climat ? Je ne le crois pas davantage. *H. striata* semble caractériser, en France, une phase chaude du Quaternaire, mais a disparu avant que le climat se soit beaucoup refroidi. Et cependant, aujourd'hui, cette espèce s'étend jusqu'à l'Est de la mer Caspienne, dans une région où l'hiver est des plus rigoureux¹. *H. crocuta* pouvait supporter la chaleur, car elle a vécu en France, non seulement au temps de Lunel-Viel, mais dès la fin du Pliocène, et elle vit actuellement au Sénégal. Elle pouvait supporter le froid, car elle a coexisté chez nous avec le Renne. Le climat de froid intense de la fin du Quaternaire aurait dû amener, tout au plus, son recul momentané dans le Sud de la péninsule ibérique et de l'Italie, où la température a toujours

1. N. ZAROUKHOÏ. Recherches zoologiques dans la contrée Trans-Caspienne, Bull. Soc. imp. des Naturalistes de Moscou (n^olle série), III et IV, 1889 et 1890.

été trop élevée pour le Renne. La disparition des Hyènes est d'autant moins explicable qu'elles sont très résistantes et vivent de longues années dans nos climats, en ménagerie, bien que la captivité soit une circonstance défavorable. Il semble vraiment que les espèces et les races vieillissent comme les individus et que chacune soit arrivée avec une certaine possibilité de durée, qu'elle ne devait pas pouvoir dépasser, comme un enfant qui, dès sa naissance, a toute son évolution tracée d'avance et sa vie limitée à un siècle, sans que personne ait jamais su pourquoi¹.

L'Hyène rayée actuelle d'Afrique ressemble beaucoup à notre Hyène rayée quaternaire et sa Hyène tachetée actuelle, *Hyæna crocuta*, est la même espèce que notre *Hyæna spelæa*. Mais il n'est pas certain cependant qu'elles en descendent. Deux frères jumeaux sont semblables entre eux à vingt ans, semblables entre eux à soixante ans, et, ayant les mêmes points faibles, ils sont la proie des mêmes maladies. Peut-être aussi arrive-t-il que les branches d'une espèce reçoivent une même impulsion qui tend à leur faire suivre une même évolution? Peut-être ces Hyènes descendent-elles de souches communes plus anciennes?

M. Delage a montré que le rocher dans lequel sont creusées les cavernes en question de Lunel-Viel est formé de bancs miocènes constitués, à peu près exclusivement, par des amas d'Algues à sécrétion calcaire, des *Lithothamnium*.

Un diluvium alpin rouge, à cailloux gros et abondants, où la vigne produit le vin de muscat le plus exquis, recouvre le coteau qui surmonte ce rocher. Les Hyènes et autres animaux de ces cavernes vivaient donc à une époque postérieure à celle où ce diluvium a été transporté.

Ces cavernes sont à 15 ou 18 mètres au-dessus de la mer, d'après Marcel de Serres (p. 2), et cette cote est confirmée par les indications que j'ai recueillies sur place. Le niveau de la Méditerranée, à l'époque où vivaient ces animaux, ne pouvait donc pas être beaucoup plus élevé à Lunel-Viel que maintenant.

1. Stromer, dans un intéressant mémoire, dont je n'ai eu connaissance qu'au moment de corriger mes épreuves, a énuméré et discuté, avec nombreuses références, les diverses causes que l'on peut supposer pour la disparition des espèces (Fossile Wirbeltier Reste aus dem Uddi Fåregh in Aegypten. *Abh. Senckenbergischen nat. Gess.*, XXIX, 1905).

LA CRAIE ET LE TERTIAIRE DES ENVIRONS DE ROYAN

PAR **Henri Douvillé**¹.

SOMMAIRE. — I. *Craie de Royan*; elle forme des falaises interrompues par des conches et des baies, obstruées par des dunes. Actions d'érosion superficielles, littorales, sous-marines; exceptionnellement développées dans le voisinage des sables kaoliniques. Conditions biologiques du dépôt: banc de *Pycnodonta vesicularis*, Rudistes pleuroconques, Bryozoaires très abondants ainsi que les Foraminifères (*Orbitoides media*, *O. apiculata*, *Siderolites Vidali*, *Pseudorbitolina Marthæ*, n. gen. n. sp.). — II. *Tertiaire de Saint-Palais*; les calcaires inférieurs riches en Echinides et en Foraminifères (*Orbitolites complanatus*, *Lituonella Roberti*, Milliolidés); leurs analogies fauniques avec les calcaires de la basse Loire d'âge auversien et avec le calcaire de Saint-Estèphe; les sables supérieurs et leur prolongement, les grès de Vallières, à *Num. miocontortus*, sont bartoniens et représentent l'équivalent marin de la molasse du Fronsadais. — Variété de *Lituonella Roberti* formant passage à *Chapmannia gassinensis*.

I. CRAIE DE ROYAN.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DES FALAISES ET PHÉNOMÈNES D'ÉROSION. — On sait que la craie de Royan constitue sur la rive droite de la Gironde une série de falaises pittoresques qui se succèdent depuis Talmont jusqu'à la Grande Côte, sur une longueur d'environ 25 km.; elles sont interrompues de distance en distance par des vallées transversales aboutissant à des plages de sables fins; les plus larges portent le nom de « conches » et les moins importantes celui de « baies ». Ces vallées s'ouvrent au Sud-Ouest, c'est-à-dire dans la direction des vents dominants; sous leur influence les plages de sable fin donnent naissance à des dunes qui obstruent plus ou moins le débouché des vallées.

Les falaises elles-mêmes sont formées par des bancs assez réguliers de calcaires crayeux dont la dureté est inégale et qui, par suite, résistent différemment aux agents d'érosion, de là les aspects si variés que représentent ces falaises: il me suffira de citer le Sphinx de Talmont, les hautes falaises de Meschers avec leurs grottes et leurs anciennes carrières et surtout les rochers si découpés de Vallières où les grottes et les couloirs présentent une extraordinaire complication.

Sur toute cette côte les effets des érosions diverses peuvent être étudiés avec une grande facilité: ce sont d'abord les érosions dues aux agents atmosphériques qui produisent la désagrégation des roches superficielles et leur dissolution partielle; les résidus

1. Cette note a été présentée à la séance du 17 janvier 1910.

de ces actions sont grossièrement mélangés et sous l'influence de la végétation produisent la terre végétale. Celle-ci est ici plus ou moins sableuse, on y distingue des débris calcaires particulièrement résistants, par exemple des fragments de fossiles, des graviers de sable quartzeux et des morceaux de silex divers. Mais nulle part, au contact de la roche sous-jacente, on n'observe la formation d'une argile plus ou moins analogue à l'argile à silex.

Les érosions dues à l'action des vagues sont très intéressantes à observer sur la côte au Nord de la conche de Pontailac : les bancs de craie y sont criblés de ces curieuses cavités connues sous le nom de « marmites de géants » ; on en observe de toutes les tailles depuis quelques centimètres de diamètre jusqu'à un mètre et plus et à mer basse on voit au fond de chacune d'elles le petit amas de galets qui est l'agent du creusement ; il est à remarquer que ce sont de simples galets calcaires et d'une faible dureté.

Plus loin, après Saint-Palais, j'ai déjà signalé un autre exemple d'érosion très remarquable¹ : le sommet de la craie, au contact du calcaire éocène, est arasé suivant une surface touff à fait plane ; c'est vraisemblablement l'effet d'une érosion sous-marine sous une épaisseur d'eau assez grande. Il faut ajouter que ce n'est certainement pas une surface de délit ; nulle part dans les falaises les séparations des bancs crayeux ne présentent cette netteté et cette régularité.

Sur une foule de points on observe très nettement l'action ordinaire des vagues élargissant progressivement les diaclases et d'une manière plus ou moins irrégulière, mais jamais on n'observe des effets comparables à ceux que présentent les rochers des Vallières ; l'intensité des actions de dissolution est ici tout à fait exceptionnelle et elle paraît bien en relation avec un dépôt d'une nature exceptionnelle et localisé en ce point, je veux parler des sables et argiles blanches kaoliniques dont j'ai déjà entretenu la Société ; elles remplissent ici une grande cavité en entonnoir creusée dans la craie et que les vagues n'ont encore que partiellement déblayée. Sur les parois les actions de dissolution de la craie sont mises en évidence par la présence de fossiles silicifiés, isolés dans l'argile, et à la partie supérieure on observe les lambeaux presque continus d'une couche de grès tertiaire à ciment siliceux, tandis que dans ce grès lui-même des diaclases présentent des enduits porcelanés de silice rappelant les dépôts geysériens.

Je ne reviendrai pas sur la question de l'origine de ces dépôts,

1. Henri DOUVILLÉ. Limite du Crétacé et de l'Éocène dans l'Aquitaine, *B. S. G. F.* [4], VI, p. 43, 1906.

j'insisterai seulement sur ce fait qu'ils sont étroitement localisés et en outre qu'ils sont accompagnés de phénomènes de dissolution exceptionnels et de formation d'argile à silex.

CARACTÈRES DE LA FAUNE FOSSILE. — Les caractères paléontologiques restent à peu près les mêmes dans toute l'étendue de ces couches : celui qui frappe le plus tout d'abord c'est la présence de grands bancs très réguliers d'*Ostrea (Pycnodonta) vesicularis* que l'on peut suivre sur de grandes distances. On observe en outre quelques Echinides, principalement aux environs mêmes de Royan et de Saint-Georges, et des Rudistes en individus isolés. Ceux-ci présentent des formes très particulières, ou bien ils ont une base très élargie qui leur permet de rester dressés, c'est le cas du *Lapeirousia crateriformis* DES MOULINS, ou bien ils sont couchés sur le côté antérieur comme les *Præradiolites Hæninghausi* DES MOULINS, *Bournonia Bournoni* DES MOULINS, *B. royanus* D'ORB. etc. Le plan de la commissure n'est alors ni horizontal comme dans les « pleuroconques », ni vertical comme dans les « orthoconques », il est oblique, de là le nom de « plagiocconques » que j'ai proposé dans une note précédente¹, pour les Rudistes vivant couchés sur le fond de la mer ; il représente en réalité une adaptation à des conditions de vie spéciale : ce sont des Rudistes vivant sur un fonds vaseux et dans des eaux tranquilles, par suite à une assez grande profondeur, tandis que les Rudistes primitifs étaient essentiellement des animaux littoraux et vivant dans les eaux agitées ; c'est cette agitation qui a été précisément la cause de leur fixation, point de départ du groupe lui-même.

La présence de ces Rudistes pleuroconques, de même que celle des grands bancs de Pycnodontes, montre que la craie de Royan n'est pas une formation littorale mais s'est déposée à une profondeur assez grande, profondeur que l'on peut évaluer au moins à une centaine de mètres ; on sait que sur nos côtes, au large d'Archachon, *Pycnodonta cochlear* POLI, très voisin de l'espèce crétacée, est abondante par 65 brasses de profondeur, soit 120 mètres environ tandis qu'elle se trouve au-dessous de 200 mètres sur les côtes de Banyuls. Un autre caractère qui vient confirmer ces conclusions c'est la rareté des Gastéropodes représentés seulement par de rares *Fusus* de grande taille (*F. Espaillaci*) rappelant les *Fulgur*, et par quelques *Pleurotomaria*.

A côté des grands fossiles que nous venons de signaler, il en

1. Henri DOUVILLÉ. Classification des Radiolites, B. S. G. F. [4], II, 1902, p. 461.

est d'autres de plus petite taille mais dont l'importance est considérable, et qui constituent la véritable caractéristique de ce dépôt. Ce sont d'abord les Bryozoaires qui présentent une abondance extrême dans les couches les plus élevées; d'Orbigny y signale 19 espèces, notre confrère M. Canu en a recueilli 27 en 1900, dans une seule excursion dans les couches supérieures de Foncillon et ce nombre doit être porté à une soixantaine ainsi qu'il résulte de l'étude ci-après que notre confrère a bien voulu nous communiquer. Or on sait que cette abondance de Bryozoaires a été signalée vers 60 m. de profondeur sur les côtes de Banyuls, et de 60 à 80 m. au large de Marseille.

Ajoutons enfin un dernier élément représenté par les Foraminifères, et dont l'apparition à Talmont détermine la limite inférieure du Dordonien. Les formes les plus abondantes et les plus connues sont les Orbitoïdes et en particulier *O. media* D'ORB. signalée depuis longtemps par d'Orbigny; elle est caractérisée par les côtes rayonnantes plus ou moins discontinues qui ornent sa surface; c'est sous cette forme¹ que se présentent d'abord les « piliers » si caractéristiques dans toute la famille des Orbitoïdés; ils s'arrondissent du reste très vite et l'espèce précédente s'associe alors à l'*O. apiculata*, où les piliers ont pris leur forme arrondie ordinaire.

Un examen attentif m'a montré que deux autres formes de Foraminifères accompagnaient d'une manière constante les espèces précédentes; elles sont seulement beaucoup plus petites, ce qui explique qu'elles ne semblent pas avoir été signalées jusqu'à présent. C'est d'abord un Foraminifère de forme nummulitoïde voisin de certaines variétés du *Siderolites denticulatus* DOUVILLÉ de la craie de Maëstricht, dont le contour est simplement ondulé². Il se rapproche encore plus du *Siderolites Vidali* DOUVILLÉ; comme ce dernier il est mamillé, granuleux au centre et présente des côtes infléchies en arrière; mais sa taille est beaucoup plus petite et son diamètre n'est que de 2 mm. tandis que l'espèce espagnole atteint 5 mm. 7; on pourrait considérer l'espèce de Royan comme une race *minor*.

Une troisième forme m'a paru constituer un genre nouveau: c'est une espèce très singulière qui est convexo-concave et qui au premier abord ressemble tout à fait à une petite *Orbitolina* de

1. Il est curieux de retrouver dans la craie supérieure de l'Inde une forme à côtes rayonnantes encore plus nettement caractérisées; elle a été décrite et figurée par M. VREDENBURG (*Records geol. Surv. of India*, vol. XXXVI, part. 3. 1908) sous le nom de *O. media* D'ORB., var. *tenuistriata* (p. 198, pl. xxv).

2. *B. S. G. F.*, [4] VI, et pl. xviii, fig. 6 et 7.

2 à 3 mm. de diamètre. Le côté convexe (fig. 1 D) présente de fines lignes d'accroissement concentriques; du côté opposé on distingue sur tout le pourtour une sorte de limbe venant entourer la partie centrale concave. Sur ce limbe lui-même on observe un léger sillon annulaire plus rapproché du côté interne et qui paraît formé par une succession de dépressions punctiformes, d'où partent des sillons rayonnants.

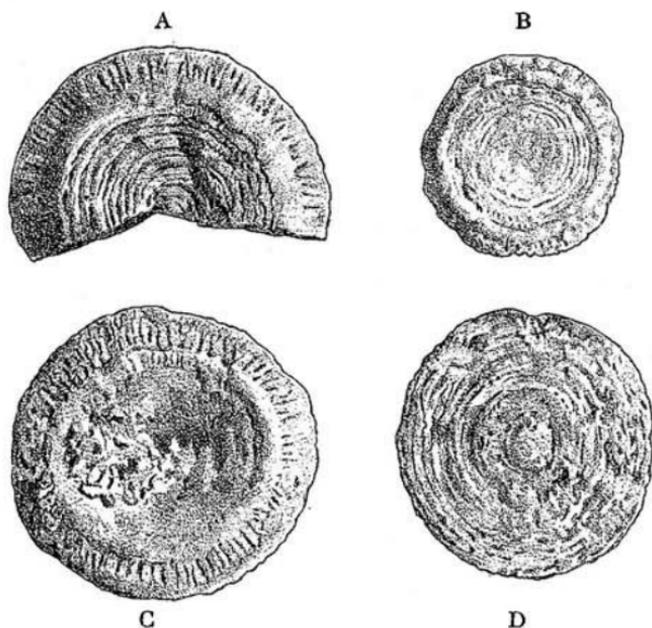


FIG. 1. — *Pseudorbitolina Marthæ*. — A, échantillon type de l'espèce vu sur la face inférieure; B et C deux autres échantillons vus du même côté; D vue de la face supérieure d'un quatrième échantillon. — Gr. 10 fois env. Localité: Vallières.

Examinée au microscope la surface externe (fig. 2) présente un très fin réseau dont les mailles ont environ 30 μ . de largeur, c'est donc un Foraminifère à test réticulé ou alvéolé, ce caractère le

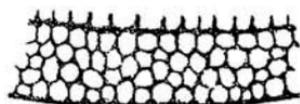


FIG. 2. — *Pseudorbitolina Marthæ*, détail de la surface. — Gr. 40 fois env.

rapprocherait encore des Orbitolines, mais la structure interne est bien différente: les sections sont assez délicates à exécuter, le test étant crayeux et peu résistant; elles montrent d'abord que le test est sableux et formé par la réunion de très petits

grains calcaires; au sillon circulaire du limbe correspond un canal annulaire qui devait communiquer avec l'extérieur par les dépressions punctiformes que j'ai signalées. De ce canal principal partent des canaux secondaires rayonnants qui s'élargissent

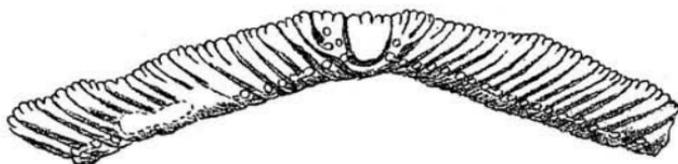


FIG. 3. — *Pseudorbitolina Marthæ*. Coupe axiale, montrant les canaux annulaires, les canaux rayonnants et les trabécules de la surface externe. — Gr. 27 fois.

en se rapprochant de la surface externe; à leur extrémité ils sont complètement fermés par la lame réticulée qui forme la surface externe. Les sections perpendiculaires à l'axe montrent que ces canaux se bifurquent probablement à plusieurs reprises en s'éloignant du point de départ. Ce sont ces canaux tubulaires qui produisent les sillons rayonnants de la partie externe du limbe.

Les canaux principaux se succèdent régulièrement depuis la périphérie jusqu'au sommet de la coquille; chacun d'eux correspond à une couche de canaux rayonnants; cette disposition est bien visible sur les coupes parallèles à l'axe (fig. 4).



FIG. 4. — *Pseudorbitolina Marthæ*. Coupe parallèle à l'axe, montrant les couches successives des canaux rayonnants.

Les canaux rayonnants des couches successives ne semblent pas communiquer entre eux; les communications s'effectuent simplement entre les grands canaux par la rangée d'ouvertures correspondant au sillon circulaire du limbe.

Je désignerai ce Foraminifère sous le nom de *Pseudorbitolina Marthæ*, n. gen. et n. sp.

Les affinités de cette forme singulière sont assez difficiles à établir; la rangée unique d'ouvertures indique qu'elle doit être rattachée aux Orbitolites du type simple, la partie essentielle de la coquille est constituée par l'ensemble des canaux principaux et comme ceux-ci ne sont pas subdivisés par des cloisons transversales, il faudrait rapprocher cette forme des *Cyclolina* du Cénomanién; mais elle en différerait par le développement tout à fait anormal de la couche superficielle alvéolaire se transformant en

une série de canaux tubulaires rayonnants. Ce serait sur une échelle beaucoup plus grande quelque chose d'analogue aux couches superficielles des *Marginopora*. En outre toute la coquille a pris une forme dissymétrique, la couche principale est devenue conique et les couches superficielles ne se sont développées que du côté externe.

On peut alors définir de la manière suivante le nouveau genre :

Pseudorbitolina, n. gen.

Coquille convexo-concave, constituée par un test sableux, finement réticulé sur la face supérieure qui est ornée de fines lignes d'accroissement ; la face inférieure présente sur son pourtour un limbe annulaire avec une seule rangée d'ouvertures correspondant à un canal principal annulaire ; des canaux analogues se succèdent régulièrement jusqu'au sommet. Entre ces canaux et la surface externe se développent tout un système de canaux rayonnants tubulaires, disposés en couches successives correspondant aux bandes d'accroissement.

Espèce type : *Ps. Marthæ*, n. sp. du Dordonien de Royan (Talmont, Suzac, les Vallières, Saint-Sordolin).

Ce genre se distingue d'*Orbitolina* par son limbe présentant une seule rangée d'ouvertures dans un sillon circulaire, tandis que dans *Orbitolina*, le limbe fait défaut et les ouvertures sont disposées suivant des rayons de la base.

En résumé on voit que la craie de Royan est nettement caractérisée par ses Foraminifères, par l'abondance de ses Bryozoaires, par ses bancs de *Pycnodonta vesicularis* LAMK. ; par la rareté des Gastropodes et par ses Rudistes plagiocoques. Ces couches se sont déposées à une profondeur moyenne d'une centaine de mètres ; les couches supérieures à Bryozoaires pouvant correspondre à 70 mètres, tandis que les couches les plus inférieures doivent descendre jusqu'à 150 ou 200 mètres ; c'est la profondeur qui correspond à ce qu'on peut appeler la *zone supérieure des Pycnodontes*. Elle se distingue assez facilement de la zone littorale proprement dite ou *zone des Algues*, dans laquelle abondent les Gastropodes et où se développent les Huîtres du genre *Ostrea* proprement dit (groupe de l'*O. edulis*).

Il faut ajouter que le dépôt de la craie de Royan est immédiatement précédé par celui de la craie à *Micraster*, *Ananchytes* et Spongiaires siliceux qui affleure à Talmont même, au Caillau. D'après ce que nous venons de voir il semble que ce faciès, qui est le faciès ordinaire de la craie blanche, correspond simplement à des profondeurs dépassant 200 mètres.

II. TERTIAIRE DE SAINT-PALAIS.

Malgré les travaux importants dont il a été l'objet, l'âge de ce dépôt est resté encore un peu incertain.

M. Vasseur, dans son important mémoire de 1884¹, a résumé tous les travaux de ses devanciers et fait voir combien les opinions avaient varié sur l'âge de cette formation, depuis celle de d'Orbigny et de Delbos qui la rapprochent des couches du Phare de Biarritz jusqu'à Raulin qui la met sur le niveau des sables du Soissonnais. M. Vasseur parallélise très justement ces couches avec le calcaire d'Arthon, mais il les place au-dessous des calcaires de Blaye, ce qui est beaucoup plus contestable. Les cinq espèces de Mollusques qu'il signale dans ces couches se trouvent soit dans le Calcaire grossier, soit dans le Calcaire grossier et les Sables moyens, soit à Arthon; ils sont en tout cas trop peu nombreux pour appuyer une conclusion quelconque. Les Echinides étudiés par Cotteau jouent un rôle plus important. Si on combine l'étude publiée par cet auteur à la suite de la note de M. Vasseur, et celle qu'il a faite plus tard² des Échinides éocènes de la Loire-inférieure, on voit qu'il a reconnu dans les calcaires de Saint-Palais 21 espèces dont 13 sont spéciales à ce gisement et 8 se retrouvent dans d'autres localités; 5 de celles-ci ont été reconnues à Arthon, une dans l'Éocène de l'Ariège, une à la Gourèpe et une dans les calcaires de Saint-Estèphe. C'est en somme avec les calcaires d'Arthon que les analogies sont les plus marquées comme l'avait bien indiqué M. Vasseur.

Les Foraminifères viennent confirmer cette manière de voir. Les *Nummulites planulatus* et *Alveolina oblonga* se trouvent bien à la base du dépôt du côté du Bureau, mais M. Vasseur a montré très justement que ces fossiles se trouvent dans des fragments incontestablement remaniés d'un calcaire gréseux verdâtre; ils indiquent donc seulement que les calcaires en question sont postérieurs à l'Yprésien.

Dans le calcaire lui-même et bien en place, M. Vasseur cite *Orbitolites complanatus*, *Alveolina* et des Miliolites; dans une note précédente³, j'ai signalé en outre une *Lituola* que j'ai décrite un peu après⁴ en collaboration avec Schlumberger sous le nom de

1. VASSEUR. Sur le terrain tertiaire de Saint-Palais près Royan (Ch.-Inf.). *Ann. Sc. géol.*, t. XVI, 1884.

2. VASSEUR. *Bull. Soc. sc. nat. de l'Ouest de la France*, t. I, 1891.

3. H. DOUVILLÉ. Éocène de Royan, *B. S. G. F.* [4], I, 1901, p. 627.

4. H. DOUVILLÉ et SCHLUMBERGER. Sur deux Foraminifères éocènes, *B. S. G. F.* [4], 1905, p. 291.

Lituonella Roberti; c'est de beaucoup le fossile le plus abondant et le plus caractéristique, or il se retrouve dans la plupart des gisements de la basse Loire, Arthon, Coislin, Saint-Gildas-des-Bois, avec *Orbitolites complanatus* et *Alveolina elongata*. C'est donc toujours avec le gisement d'Arthon que les analogies fauniques sont les plus marquées¹.

Or dès 1898 M. G. F. Dollfus², rendant compte du fascicule III des « Mollusques éocéniques de la Loire-Inférieure » de M. M. Cossmann, arrivait à la conclusion que cette formation devait être remonté jusque dans l'Éocène supérieur, dans le Bartonien. Plus récemment M. Boussac faisait voir que cette faune se retrouvait en Angleterre au niveau du Bartonien inférieur, à *Numm. variolarius* LAMK., qui est devenu l'Auversien, et au-dessous du Bartonien proprement dit à *Numm. wemmelsensis* DE LA HARPE et V. DEN BROECK. C'est donc dans l'Auversien également qu'il faudra placer le calcaire de Saint-Palais, c'est-à-dire au-dessus du calcaire de Blaye et ainsi s'expliquerait naturellement les différences si marquées qu'on observe entre la faune échinologique des deux gisements.

J'ai pu d'ailleurs obtenir une vérification directe de cette manière de voir : dans un échantillon du calcaire de Saint-Estèphe de Poyanne³, recueilli par le capitaine Croizier et qui m'a été obligeamment communiqué par M. Fallot, j'ai retrouvé *Lituonella Roberti* associé à de grands exemplaires d'*Orbitolites complanatus* tout à fait analogues à ceux de Saint-Palais.

Dans ma note citée plus haut de 1901, j'avais montré que le dépôt de Saint-Palais avait été moins isolé qu'il ne semblait et qu'on retrouvait en débris à la surface du sol des silex avec Alvéo-

1. J'ai recueilli à Saint-Palais une variété de cette espèce qui se distingue par sa forme conique surbaissée et par le peu de développement de la partie spiralée ; elle forme un passage à *Chapmannia gassinensis* SILV., toujours beaucoup plus petite (1 mm. 5 au lieu de 5 mm.) et à spirale encore moins marquée. L'analogie de ces deux formes avec *Dictyoconus* BLANCKENHORN ne paraît pas douteuse, bien que cette dernière forme ait seule le test *réticulé* : cette expression ne doit s'appliquer en effet que dans le cas où la couche superficielle présente un réseau très fin *subdivisant* le toit des logettes comme dans *Orbitolina* ; ce réseau est très visible sur la figure (pl. IX, fig. 5) que nous avons donnée du *Dictyoconus*, en la regardant à la loupe. Rien d'analogue ne paraît s'observer ni sur *Lituonella*, ni sur *Chapmannia*. Malgré cette différence de détail ces trois genres constituent un groupe bien caractérisé qui dérive de *Lituola*. Il est donc bien différent d'*Orbitolina* et de *Pseudorbitolina* qui se rattachent à *Orbitolites*. La structure est en effet très différente et l'analogie des formes extérieures provient de l'adaptation à un même genre de vie.

2. G. F. DOLLFUS. *Journ. Conch.*, XLVI, p. 328.

3. Cette localité se trouve sur la rive droite de la Gironde à peu près à moitié chemin entre Blaye et Bourg, immédiatement au Sud de Marmisson, de Roque-de-Tau et de Villeneuve, localités signalées par M. Linder dans sa note sur les terrains tertiaires du Médoc et du Blayais (*CR. Soc. linn. de Bordeaux*, 6 et 23 août 1873).

lines, Orbitolites, Nummulites et Miliolites, qui témoignaient de l'existence dans cette région d'anciennes couches tertiaires aujourd'hui disparues. Les principaux types étaient les silex à *Numm. planulatus* et *Alveolina oblonga* provenant de couches yprésiennes, et ceux à *Orbitolites complanatus*, *Alveolina elongata* et Miliolites à rapprocher des couches de Saint-Palais et peut-être aussi partiellement de celles de Blaye. On rencontre avec ces silex des grès à ciment siliceux représentant les sables grossiers qui, à Saint-Palais, recouvrent les calcaires. J'ai déjà dit qu'un lambeau très important de ces grès se trouvait conservé à la partie supérieure de la grande poche de sables kaoliniques que l'on observe dans la falaise, au Nord du phare de Saint-Georges.

Dans ces grès on observe quelques rares fossiles, une *Ostrea* du groupe de *O. flabellula* LAMK. et des Nummulites radiées. J'avais tout d'abord désigné cette dernière espèce sous le nom de *N. Ramondi* (*auct.*) et j'indiquais en note que la vraie *N. Ramondi* de DeFrance était probablement différente. Grâce à la complaisance du savant professeur de Caen, notre confrère M. Bigot, j'ai pu en effet examiner le type de cette espèce provenant du Mont-Perdu et j'ai reconnu son identité avec *Assilina Leymeriei* D'ARCHIAC et HAIME; le nom de DeFrance très insuffisamment défini devait donc être abandonné.

Dans ma deuxième note j'ai alors donné à l'espèce des grès des Vallières le nom de *N. biarritzensis* D'ARCHIAC, d'après de la Harpe, mais ce nom ne peut davantage être conservé.

En effet *N. biarritzensis* ou plus exactement *N. biaritzana* a été proposé par d'Archiac en 1837 pour des échantillons ayant 6 mm. de diamètre et constituant par leur accumulation des lits subordonnés aux calcaires marneux des falaises de Biarritz. C'est donc en réalité une des espèces du niveau supérieur et elle a bien été comprise ainsi par les auteurs anciens, notamment par Delbos et Kœchlin-Schlumberger. D'Archiac lui-même dans sa coupe de Biarritz ne la signale que dans les couches du Phare. En 1846, le même auteur dit encore que c'est une des espèces les plus répandues dans les falaises de Biarritz mais il ajoute que *N. atacicus* LEYMERIE ne paraît pas différente, et il la signale aux environs de Bayonne dans le Lutétien, comme il l'avait déjà signalée au Marboré. La confusion est dès lors complètement établie : d'Archiac la cite en 1850 à la Fontaine de la Médaille, à Bos d'Arros, etc., en même temps que dans les couches supérieures de Biarritz. De la Harpe (1879-1881) cherche à débrouiller ce chaos : les Nummulites radiées des niveaux supérieurs deviennent

les *N. Bouillei-Tournoueri* et *vascus-Boucheri*; celles des niveaux moyens sont rapprochées de *N. contortus-striatus*, tandis que *N. biarritzensis-Guettardi* caractérise le niveau inférieur à la Gourèpe et à Handia, où elle est du reste peu commune. Or, cette interprétation est certainement en opposition avec la première définition de d'Archiac et elle doit être écartée, d'autant plus que le nom de *atacicus* LEYMERIE s'applique sans doute possible à l'espèce du Lutétien. Le nom de *biarritzensis* très insuffisamment défini et mal compris même par son auteur, se trouve dès lors complètement évincé par un des noms que nous venons de citer, sans qu'on puisse savoir exactement par lequel.

Mais quel nom fallait-il donner alors à l'espèce du grès des Vallières? J'ai cherché d'abord à me procurer un plus grand nombre d'échantillons, j'ai exploré minutieusement avec un aide dévoué, tous les blocs accessibles dans la falaise et j'ai pu réunir ainsi une douzaine d'échantillons. Je les ai ensuite examinés très attentivement avec mon fils qui avait de son côté fait une étude spéciale des Nummulites des niveaux supérieurs de l'Italie; il nous a été facile de reconnaître que par la raideur de ses filets cette espèce se rapprochait de *N. contortus*, mais elle est plus petite, plus plate et à spire plus lâche et elle se rapproche tout à fait de *N. miocontortus* fréquente à Biarritz, à l'Atalaye c'est-à-dire à la base de l'Oligocène. Sans faire remonter jusque là les grès de Vallières, c'est néanmoins une indication que les couches et par suite les sables supérieurs de Saint-Palais appartiendraient à un niveau relativement élevé, au sommet de l'Éocène par exemple, ce qui concorde bien avec l'âge auversien des calcaires sous-jacents. Ils représenteraient l'équivalent marin de la molasse du Fronsadais.

J'ai été conduit plus haut à rapprocher les calcaires de Saint-Palais du calcaire de Saint-Estèphe et je dois rappeler que *N. intermedius* a été signalé à ce niveau; je n'ai malheureusement pas pu vérifier le fait.

On sait que partout en France on constate une invasion de la mer; c'est-à-dire un affaissement du sol au commencement de l'Auversien, c'est à ce moment que l'on observe à Biarritz les dépôts les plus profonds à Pentacrines et à Éponges siliceuses. Cette invasion de la mer expliquerait les actions d'érosion et de remaniement observées à la base des couches de Saint-Palais.

III. — LISTE DES BRYOZOAIRE DE LA CRAIE DE ROYAN

PAR F. Canu.

Cette liste a été dressée d'après : 1° Les originaux des figures de d'Orbigny provenant de Royan même ; 2° les échantillons des collections de l'École des Mines ; 3° les spécimens recueillis par M. Canu en 1900 et faisant partie de sa collection.

Le nombre des espèces absolument certaines est donc ainsi de 60.

Cette liste pourrait être d'ailleurs augmentée d'après : 1° les spécimens cités par d'Orbigny comme venant de Royan, mais seulement après une vérification rigoureuse ; ce sont surtout des espèces cosmopolites ; 2° par la description des espèces nouvelles recueillies par M. Canu.

Les comparaisons entre étages ont été faites d'après les spécimens, d'une très belle collection des Charentes communiquée très obligeamment par M. de A. Grossouvre.

Les citations de localités faites par d'Orbigny ou indiquées dans sa collection auraient besoin d'une vérification rigoureuse.

MEMBRANIPORIDÆ

- Membranipora prolifica* D'ORB. (sub *Biflustra*). Pal. fr. ter. crétacé (= *lacrymopora* D'ORB.). Coniacien et Santonien des Charentes.
- *girondina* D'ORB. (sub *Biflustra*), loc. cit.
- *rustica* D'ORB. loc. cit. Campanien des Charentes.
- *regularis* D'ORB. (sub *Biflustra*), loc. cit. Rare, Camp. et Sant. des Charentes.
- *royana* D'ORB. (sub *Biflustra*), loc. cit. Commun dans le Campanien des Charentes.
- *argus* D'ORB. (sub *Biflustra*), loc. cit. Rare dans le Camp. du Bassin de Paris et des Charentes.
- *polymorpha* D'ORB. (= *Flustrella polymorpha* D'ORB., *Fl. regularis* D'ORB., *Fl. irregularis* D'ORB.), loc. cit. Commun dans le Campanien du Bassin de Paris et des Charentes.

ONYCHOCELLIDÆ

- Onychocella santonensis* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Commun dans le Santonien et le Campanien des Charentes.
- *piriformis* GOLDF., Petref. Germ. Très rare dans le Campanien de Suède, des Charentes, Maëstrichtien du Limbourg, du Cotentin.
- *Chloris* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Rare.
- *royana* D'ORB. (sub *Vincularia*), loc. cit. (l'original de d'Orbigny est usé).
- Membranicellaria Calypso* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. (c'est probablement *Eschara Ellisi* HAG.). Très rare, Campanien des Charentes.
- Escharipora Circe* D'ORB. loc. cit.

Escharipora rhomboidalis D'ORB., loc. cit.

Smittipora procera HAGENOW (sub *Vincularia*. Bryoz. d. Maest. Kreidebild.)
Très rare, Maëstrichtien du Limbourg.

OPESIULIDÆ

Gargantua hippocrepis GOLDF. (Petref. Germ.). Très rare, Coniacien du Bassin de Paris; Santonien du Bassin de Paris, des Charentes; Campanien de Rugen, de Suède, du Bassin de Paris, des Charentes; Maëstrichtien du Limbourg; Danien de Faxoe.

— *Urania* D'ORB. (sub *Cellepora*), loc. cit. Très rare, Campanien des Charentes.

Rhagasostoma Camilla D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Le type paraît usé.

— *Aglaia* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. (*Alcyone*).

— *Callirhoe* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Maëstrichtien de Sainte-Colombe (Manche).

— *Charonia* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Rare, Campanien des Charentes.

— *Cepha* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Très rare, Campanien des Charentes.

— *girondica* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. C'est très probablement *Esch. Nysti* HAG. Commun, Campanien des Charentes.

— *Delarueana* D'ORB. (sub *Eschara*), loc. cit. Commun, Campanien des Charentes.

COSTULIDÆ

Cribrilina pupoides D'ORB. (sub *Reptescharella*), non HAGEN. Campanien des Charentes.

— *Neptuni* D'ORB. (sub *Escharipora*), loc. cit.

— *Arge* D'ORB. (sub *Escharella*), loc. cit.

— *ovalis* D'ORB. (sub *Semiescharipora*), loc. cit.

Steginopora rustica D'ORB. (sub *Reptescharipora*), loc. cit.

PORINIDÆ

Acropora filiformis D'ORB. (sub *Porina*), loc. cit. Commun, Campanien de Rugen, du Bassin de Paris, du Danien de Faxoe.

Porina Ehrenbergi HAGENOW in Geinitz (Grundriss der Verst. Kunde). Très commun, Campanien de Rugen et du Bassin de Paris.

— *flograna* GOLDF. (sub *Eschara*), Petref. Germ. Commun, Campanien de Rugen, de la Suède, du Bassin de Paris, des Charentes; Maëstrichtien du Limbourg; Danien de Belgique.

DIASTOPORIDÆ

Bidiastopora royana D'ORB. Pal. fr.

crassa D'ORB. Pal. fr.

Mesenteripora laxipora D'ORB. Pal. fr.

Entalophora pustulosa D'ORB. Pal. fr. Très commun, Campanien des Charentes.

— *triangularis* D'ORB. (sub *Bidiastopora*). Pal. fr. Très rare.

Spiropora verticillata GOLDF. (sub *Ceriopora*), Petr. Germ. Rare du Néomien au Danien; Miocène d'Australie; Coniacien, Santonien, Campanien des Charentes.

PETALOPORIDÆ

Petalopora royana D'ORB. (sub *Cavea*). Pal. fr. Très commun, Campanien des Charentes.

Sparsicavea Carantina D'ORB. Pal. fr. Commun, Turonien des Charentes et du Bassin de Paris, Coniacien, Santonien du Bassin de Paris et d'Angleterre. Danien de Faxoe.

— *dichotoma* GOLDF. (sub *Ceriopora*), Petref. Germ. Très rare; Campanien de Suède, de Rugen; Maëstrichtien du Limbourg, de Sainte-Colombe (Manche).

CLAUSIDÆ

Clausa obliqua D'ORB. Pal. fr.

Spiroclausa spiralis GOLDF. (sub *Ceriopora*), Petref. Germ. Très rare; Campanien des Charentes, Maëstrichtien du Limbourg et de Sainte-Colombe.

IDMONEIDÆ

Reticulipora girondina D'ORB. Pal. fr. Rare.

Bicrisina cultrata D'ORB. Pal. fr. Rare.

Idmonea ramosa D'ORB. Pal. fr. Rare, Maëstrichtien du Limbourg et de Sainte-Colombe.

— cf. *normaniana* D'ORB. (sub *Crisisina*), Pal. fr. Rare, Coniacien du Bassin de Paris, Maëstrichtien de Sainte-Colombe.

Tubigera disticha GOLDF. (sub *Retepora*), Petref. Germ.; D'ORB. Pal. fr. Rare, Coniacien et Santonien du Bassin de Paris; Campanien de Rugen et du Bassin de Paris; Maëstrichtien du Limbourg, Danien de Faxoe.

HORNERIDÆ

Hemicellaria royana D'ORB. (sub *Reteporidaea*), Pal. fr. Commun, Campanien du Bassin de Paris et des Charentes; Maëstrichtien de Maurens (Dordogne).

— *ramosa* D'ORB. (sub *Reteporidaea*), Pal. fr. Rare, Campanien des Charentes.

Sulcocava lacryma D'ORB. Pal. fr. Espèce douteuse.

THEONOIDÆ

Actinopora disticha HAGENOW (sub *Defranceia*), Bryoz. Maëst. Kr. Très rare; Coniacien du Bassin de Paris et d'Angleterre; Santonien du Bassin de Paris et des Charentes; Campanien du bassin de Paris, d'Angleterre et de Suède; Maëstrichtien du Limbourg; Danien de Suède.

Multitubigera gregaria D'ORB. Pal. fr.

FASCIGERIDÆ

- Plethopora ramulosa* D'ORB. Pal. fr. Rare, très commun dans le Campanien des Charentes.
- Osculipora truncata* GOLDF. (sub *Relepora*), Petref. Germ. Rare, Coniacien d'Allemagne, Campanien de Suède, Maëstrichtien du Limbourg, Danien de Faxoe.
- Homæsolen gracilis* D'ORB. (sub *Truncatula*). Pal. fr. Rare, Santonien et Campanien du Bassin de Paris; Camp. de Rugen.
- *ramulosus* LONSDALE in Dixon Geol. Sussex. Rare, Turonien, Coniacien et Santonien de France et d'Angleterre; Campanien du Bassin de Paris, d'Angleterre, de Rugen et des Charentes; Maëstrichtien de Sainte-Colombe.

GALEIDÆ

- Lichenopora elatior* D'ORB. Pal. fr. Très rare, Coniacien du Bassin de Paris; Santonien des Charentes; Maëstrichtien du Limbourg.
- Multicavea magnifica* D'ORB. Pal. fr. Très rare, très commun dans le Campanien des Charentes.
- Multicrescis tubulosa* D'ORB. (sub *Semicrescis*). Pal. fr. Rare, Coniacien des Charentes; Santonien du Bassin de Paris; Campanien des Charentes.

ELEIDÆ

- Melicertites royana* WATERS, *Ann. Mag. nat. Hist.* 1891 (d'Orbigny a confondu cette espèce avec *Mel. magnifica*); Commun; très commun dans le Campanien des Charentes.

Affinités. — La faune maëstrichtienne de Royan continue la faune campanienne des Charentes, dont elle contient 27 espèces sur 60. Considérant que 8 autres espèces se retrouvent dans le Campanien septentrional, elle contient donc au moins 60 % du nombre des espèces de l'étage immédiatement inférieur.

Avec le Santonien des Charentes les affinités sont plus éloignées, car 6 espèces seulement sont communes aux deux étages.

Avec le Coniacien des Charentes il n'y a plus que trois espèces communes.

D'après ces chiffres, il est facile de constater la différence considérable de faune qui existe entre l'Emschérien et l'Aturien.

Si nous comparons maintenant la faune de Royan avec celle du Maëstrichtien et du Danien des régions septentrionales, nous constatons 20 espèces communes, malgré l'éloignement des mers et le peu de communications qu'elles avaient entre elles. Cette considération et les différences observées avec le Campanien même des Charentes justifient donc pleinement le classement de la localité de Royan dans le Maëstrichtien.

CONCLUSIONS D'UNE ÉTUDE SUR L'OLIGOCÈNE DES APENNINS DE LA LIGURIE

PAR **Gaetano Rovereto**¹.

On a traité plusieurs fois, dans ce *Bulletin*, de l'Oligocène de la Ligurie et du Piémont ; je crois donc opportun d'indiquer brièvement les conclusions auxquelles j'ai été parvenu en étudiant l'Oligocène sur les deux versants des Apennins de la Ligurie.

Parmi les faits acquis, le plus important est d'avoir pu établir que, dans la Ligurie, la faune à Nummulites finit presque avec le Sannoisien, et que les couches supérieures, tout en restant tongriennes, à Lépidocyclines et avec très peu de Nummulites, appartiennent au Stampien.

Les gisements à seules Lépidocyclines du château de Mioglia et ceux de Varazze donnent la preuve stratigraphique de ce fait, parce qu'ils sont placés au sommet de la série sannoisienne ; le gisement de Millesimo en donne la preuve paléontologique, parce qu'il est riche, non seulement en Lépidocyclines, mais encore en Mollusques, en Bryozoaires, en Echinodermes ; et ces espèces excluent l'Aquitainien dont on pourrait, par l'absence de Nummulites, supposer la présence. Il s'ensuit que partout où l'on a recueilli des Lépidocyclines, j'ai constaté le Stampien ; à la Morera près de Ponzone, à Carapezzo près de Dego, et dans les endroits cités plus haut ; et nulle part je n'ai trouvé un fait stratigraphique et paléontologique qui soit contraire à cette conclusion.

A Millesimo et à Ponzone, j'ai en outre obtenu la preuve que le Stampien existe sous deux faciès : l'un arénacé littoral, l'autre marneux côtier, et ceci, non seulement à cause des intercalations dont on a des exemples à Millesimo, mais aussi parce que les marnes sont placées entre les grès apparemment inférieurs et l'Aquitainien supérieur. Jusqu'ici le Stampien indiqué par les auteurs ne comprenait que des couches de faciès marneux², lesquelles sont stampiennes en partie seulement et dans certaines localités, car Cassinelle donne la preuve paléontologique que toutes ces marnes sont sannoisiennes, tandis que Mioglia et Dego démontrent que l'on a un ensemble de marnes sannoisiennes inférieures au Stampien et séparées de celui-ci par un faciès arénacé stampien. En outre, à Cassinelle on a la démonstration stratigraphique directe que les marnes sannoisiennes sont hétéropiques avec

1. Cette note a été présentée à la séance du 17 janvier 1910.

2. F. SACCO. Il bacino terziario del Piemonte. Torino, 1892.

les couches arénacées, et cela par le mode de substitution latérale de deux faciès.

Le seul gisement stampien à faciès arénacé indiqué jusqu'ici était celui de Costalupara près de Dego, parce qu'il contient des *Lépidocyclines*; maintenant je puis assurer paléontologiquement et stratigraphiquement que ce gisement, où les *Lépidocyclines* sont jointes aux *Nummulites*, est sannoisien; par conséquent *les Lépidocyclines apparaissent pour la première fois dans le Sannoisien*. En effet j'ai retrouvé les *Lépidocyclines* même dans les couches de base sûrement sannoisiennes de Spigno, de Mioglia et de Sassello; dans cette dernière localité, les couches à *Lépidocyclines* et *Nummulites* sont remplacées latéralement par des couches à *Nummulites* seulement.

Il fallait aussi déterminer chronologiquement la base de l'Oligocène: c'est ce que j'ai fait en corroborant l'étude de la série de Cassinelle avec celle du bassin de Santa Giustina. A Santa Giustina il existe dans les couches les plus profondes une faune de *Potamidés*, ayant un caractère néogénique; cette faune exclut tout niveau supérieur de l'Éocène et notamment le Sestien déjà indiqué¹; à Cassinelle la même faune est remplacée latéralement par des bancs à *Nummulites*, dans lesquels se trouvent les espèces oligocènes les plus caractéristiques, mêlées à quelques espèces éocènes, et de là la démonstration que les couches de base, avec le caractère ancien de leurs *Nummulites* et le caractère récent de leurs *Potamidés*, sont décidément sannoisiennes. Je n'ai trouvé nulle part trace du Bartonien, que d'autres ont déjà indiqué en se basant sur la présence de *Nummulites* éocènes.

A part de très rares exceptions, les fossiles cités jusqu'ici par les auteurs comme provenant de Carcare, Dego, Spigno, Squaneto, Reboaro, Pareto, Giusvalla, Mioglia, Sassello, Cassinelle, Belforte, Tagliolo, Mornese, Grogardo, appartiennent au Sannoisien; par contre ceux de Millesimo et les autres localités à l'Ouest de ce village, sont stampiens, et ceux de Santa Giustina sont les uns stampiens, les autres sannoisiens.

D'après de nouvelles observations, et ayant établi que les marnes et les sables entre Cosseria et Millesimo appartiennent au Stampien, il résulte que la vaste étendue arénacée à rares *Lépidocyclines* qui couvre le sommet des montagnes entre Millesimo, Cengio et Cairo Montenotte, jusqu'ici rapportée au Tongrien, est aquitanienne, comme aussi celle qui est au Sud de Roccavignale et qui offre un faciès de dune.

1. F. SACCO. *B. S. G. F.*, (3), XVII, 1888, p. 218.

Les questions chronologiques se rattachant à la présence des Nummulites et des Lépidocyclines méritent d'être mentionnées spécialement. Tandis que l'Oligocène ligurien manque d'*Ortho-phragmina*, la plupart de ses Nummulites, que l'on trouve dans le Sannoisien, se voient dans le Wemmélien et quelques-unes aussi dans l'Auversien et le Lutécien. La *N. Tchihatcheffi* et la *N. contorta* appartiennent au Lutécien; la *N. intermedia*, bien connue, appartient à l'Auversien, la *N. Fichteli*, la *N. vesca*, la *N. Boucheri*, la *N. Tournoueri*, déterminées par M^{lle} Clelia Parisch et par le docteur P. Prever, appartiennent au Wemmélien. Plus dignes de remarque sont les Lépidocyclines dont la présence a été reconnue certaine dans le Stampien et dans le Sannoisien; à celui-ci appartiennent: *L. dilatata*, *L. Schlumbergeri*, *L. Raulini*, *L. Morgagni*, *L. liofaloi*, qui passent toutes dans le Stampien, et il s'y ajoute *L. Mantelli*, *L. Shaperi*, *L. sumatrensis*, *L. himerensis*, *L. planulata* (déterminées par M. Prever). C'est, comme on voit, un ensemble très remarquable, dans lequel, à des espèces considérées comme spéciales au Miocène, s'ajoutent des espèces stampiennes et même des espèces éocènes, si l'on peut soutenir l'éocénité des formes siciliennes.

On voit donc pourquoi je ne me suis pas basé exclusivement sur les Foraminifères pour fixer les assertions chronologiques, et pourquoi, au contraire, j'ai toujours cherché à associer l'étude de ces organismes inférieurs avec celle des autres fossiles, et particulièrement avec celle des Mollusques.

Il est utile de donner ici la liste des fossiles du Stampien, délimité abstraction faite des faciès; cette liste n'a pas encore été dressée.

<i>Nummulites intermedia</i> MICHTT.	<i>Lepidocyclina sumatrensis</i> BRADY.
— <i>Bouillei</i> DE LA HARPE.	— <i>himerensis</i> CHEC-
— <i>Tournouëri</i> DE LA HARPE.	— <i>planulata</i> CHEC-
<i>Lepidocyclina dilatata</i> MICHTT.	CHIA.
— <i>Schlumbergeri</i> LEM. et DOUV.	<i>Heterostegina reticulata</i> D'ORB.
— <i>Raulini</i> LEM. et DOUV.	<i>Operculina complanata</i> BAST.
— <i>Morgani</i> LEM. et DOUV.	<i>Echinolampas cassinellensis</i> DE
— <i>liofaloi</i> CHECCHIA.	LOR.
— <i>Mantelli</i> MORT.	— <i>affinis</i> AGASS.
— <i>Chaperi</i> LEM. et DOUV.	— <i>similis</i> AGASS.
	<i>Clypeaster pentagonalis</i> MICHTT.
	<i>Schizaster ircinalis</i> AGASS.
	<i>Cypræa splendens</i> AUCT.
	<i>Conus ineditus</i> MICHTT.

<i>Volutilithes appenninica</i> MICHTT.	<i>Pinna Deshayesi</i> MAYER.
<i>Turritella conofasciata</i> SACCO.	<i>Modiola taurinensis</i> var. BON.
— <i>turris</i> BAST.	<i>Pectunculus obliteratedus</i> DESH.
<i>Protoma excathedralis</i> ROV.	<i>Lithodomus Deshayesi</i> SOW.
<i>Vermetus obligotransiens</i> SACCO.	<i>Arca Sosteri</i> FAB.
<i>Strombus radix</i> BRONGN.	<i>Crassatella carcarenis</i> MICHTT.
<i>Potamides margaritaceus</i> BR.	<i>Chama tongriana</i> ROV.
<i>Cerithium Ighinai</i> MICHTT.	<i>Cardium peracutum</i> ROV.
<i>Cassis appenninica</i> SACCO.	<i>Venus tongriana</i> ROV.
— <i>Isseli</i> SACCO.	— <i>Aglauræ</i> BRONGN.
<i>Melongena laxecarinata</i> MICHTT.	<i>Meretrix incrassata</i> SOV.
<i>Clanculus cerberi</i> BROGN.	— <i>stilpnæx</i> ROV.
<i>Solarium carocollatum</i> LAMK.	<i>Lucina Rollei</i> MICHTT.
<i>Nerita Plutonis</i> var. BAST.	<i>Psammobia Fischeri</i> HÉB. et
<i>Bulla simplex</i> FUCHS.	REN.
<i>Dentalium appenninicum</i> SACCO.	<i>Thracia Bellardii</i> PICT.
<i>Oestra meridionalis</i> ROV.	<i>Pholadomya Puschi</i> GOLDF. et
— <i>Isseli</i> ROV.	var.
— <i>Brongniarti</i> BRONGN.	

A l'Est d'Acqui, entre l'Aquitaniens et le Sannoisien, le Stampien manque ; on n'en a trouvé de trace certaine ni à Belforte, ni à Tagliolo, ni à Mornese, où il y a de riches localités fossilifères. Les fossiles de Cassinelle sont indubitablement sannoisiens ; ceux de Belforte indiquent un passage à un niveau supérieur, d'où l'on pourrait supposer que la série est ici compréhensible, parce qu'il y avait eu peut-être en cet endroit une mer profonde et par conséquent une sédimentation moindre.

Le Sannoisien par contre manque vers l'Ouest, à partir de la côte gauche de la vallée de la Bormida de Spigno, et ceci pourrait indiquer un retard dans l'invasion de la mer oligocène le long du versant septentrional des Alpes liguriennes. La carte ci-jointe représente approximativement l'extension du Stampien et du Sannoisien sur le territoire ligurien.

Ayant fait une révision de la faune des calcaires de la vallée du Ravanasco (Acqui), et une nouvelle étude de la faune des calcaires à *Lithothamnium* et des mollasses de Ponzone, et ayant aussi reconnu la position stratigraphique de ces formations, je puis assurer qu'il est exact de rapporter, comme l'a fait de Alessandri, ces roches de base du Miocène à l'Aquitaniens, et que dans la région d'Acqui la série est complète ; en commençant par le Sannoisien on passe sans interruption au Stampien et à l'Aquitaniens.

Les principaux fossiles que j'ai recueillis dans ces calcaires sont les suivants :

Plicatula miocenica MICHTT.
Pecten burdigalensis LAMK.
Chlamys Holgeri GEIN.
 — *scabriuscula* MATH.
 — *Malvinæ* DUB.

Turritella vermicularis BR.
Cidaris belgica COTT.
Spalangus corsicus AGASS et DES.
Serpula subanfracta ROV.
Lithothamnium torulosum GÜMB.

Comme je me suis aussi occupé de la série miocène de la vallée de la Scrivia, je peux affirmer que le Langhien doit être attribué au Miocène inférieur ; c'est pourquoi on ne peut pas le considérer comme un faciès de mer profonde du Miocène moyen. Ce dernier

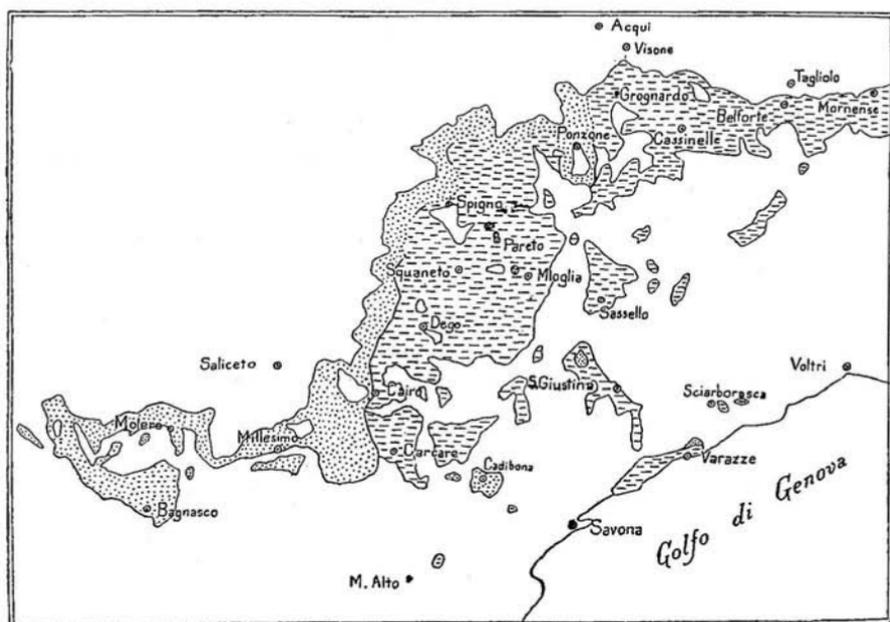


FIG. 1. — Carte schématique de l'EXTENSION DE L'OLIGOCÈNE DANS LA LIGURIE OCCIDENTALE. Le pointillé représente le Stampien, les hachures le Sannoisien. — 1/500 000.

commence avec les couches helvétiques qui en constituent le faciès littoral de base, comme les calcaires et les mollasses d'Acqui représentent le même faciès pour le Miocène inférieur.

Les localités que j'ai visitées ne m'ont pas toutes fourni de fossiles d'où l'on puisse tirer des notions stratigraphiques certaines. Il en est ainsi, par exemple, des environs de Bagnasco et du bassin de Cadibona. A Bagnasco on observe le remplissage d'un sillon côtier par l'action fluviale et marine, avec du sable et des boues arénacées dans lesquels les fragments des roches les plus

TABLEAU DU SYSTÈME OLIGOCÈNE DE LA LIGURIE

		FACIÈS LITTORAUX et semi-continentaux	FACIÈS CÔTIERS
MIOCÈNE INFÉRIEUR	AQUITANIEN	Calcaires et mollasses à <i>Lithothamnium</i> avec <i>Chlamys Malvinæ</i> , <i>Ch. Holgeri</i> , de Acqui, Ponzone, Visone, Spigno, etc. Grès quartzeux à faciès de dune de Bric Spagora (Roccavignale); grès et mollasses à Lépidocyclines (<i>L. Mantelli</i> , <i>L. dilatata</i>) de Roccavignale, Cengio, Cairo; mollasses de Tagliolo, Mornese, etc.	Marnes à <i>Tellina aquitana</i> , <i>Amussium anconitanum</i> , <i>A. duodecimlamellatum</i> .
	CHATTIEN	?	?
	STAMPIEN	Couches à <i>Lithothamnium</i> et à <i>Cymopolia</i> de Varazze; marnes, sables supérieurs et banc à Polypiers de Santa Giustina; couches à Lépidocyclines de Castello di Mioglia, Ponzone, Millesimo, Molere.	Partie supérieure des marnes argileuses sans fossiles de Mioglia, Pareto, etc.; marne fossilifère de Millesimo.
OLIGOCÈNE	SANNOISIEN	Grès du Bric Lochera à Belforte: marnes et limons à <i>Ferussina anastomiformis</i> de Santa Giustina, Sassello, Carcare. Marnes lignitifères à <i>Anthracotheorium magnum</i> de Cassinelle. Couches arénacées très fossilifères à Lépidocyclines et Nummulites de Dego, Sassello, Cassinelle, Mioglia, Squaneto, Giusvalla, Mornese, etc.; récifs frangeants de Sassello et de Cassinelle; marnes et mollasses à feuilles fossiles, Potamides et Cyrènes de Santa Giustina, Sassello, Cassinelle, Grogardo, Cairo, Montenotte, conglomérats et cailloutis du Haut Apennin, de Portofino, Celle, etc.	Marnes argileuses à <i>Pholadomya Puschi</i> , <i>Cardita Lauræ</i> , <i>Latrunculus Caronis</i> de Cassinelle, etc. Marnes sans fossiles inférieurs du bord septentrional de l'Apennin.

résistantes (les quartzites et les porphyres) sont réduits partiellement à l'état de cailloux, vers la base de la formation on a un ensemble de marnes blanches, tendres, contenant un des plus riches gisements de phyllites oligocéniques, auquel s'ajoutent près de Bagnasco et vers Nocetto quelques bancs de lignites.

Dans cette lignite on a récolté le *Tropidiscus lignitarum* MICHTT., qui est commun dans les lignites de Cadibona, de Vicoforte Mondovi, de Roccaforte, qui sont probablement toutes contemporaines. Or comme dans cette région, le long des Alpes liguriennes, le Sannoisien marin manque, il est probable qu'il manque aussi le Sannoisien semi-continental, et que par conséquent Bagnasco appartient au Stampien, d'autant plus que vers l'Est ce supposé Stampien est couvert directement par les couches aquitaniennes de M. Spagora.

Le bassin de Cadibona¹, dont les couches marines alternent avec les couches fluviales et les couches lacustres, a été probablement une dépression côtière, tantôt lagune, tantôt lac, dont les restes d'*Antracotherium* et d'*Aceratherium*, notés jusqu'ici, ne sont pas suffisants pour établir s'il s'agit de Sannoisien, ou de Stampien, on peut-être même d'Aquitaniien. Les coquilles fossiles trouvées dans ces lignites sont la *Lymnæa antracotheriorum* SACCO et le *Tropidiscus lignitarium* MICHTT., communs dans tous les gisements lignitifères de l'Oligocène perialpin dont on vient de parler.

1. F. SACCO. *Loc. cit.*, *B. S. G. F.*, (3), XVII, 1888, page 229. — Réun. extr. Soc. géol. de Fr. à Turin et à Gênes, *Id.* (4), V, 1905, pp. 864 et 869.

ÉTUDES GÉOLOGIQUES SUR LA FEUILLE DE MAULÉON (BASSES-PYRÉNÉES)

PAR **L. Carez.**

PLANCHES I et II

Introduction.

Les six volumes de la *Géologie des Pyrénées françaises*¹, dont le dernier a été présenté à la Société géologique dans la séance du 6 décembre 1909, contiennent l'exposé détaillé de tout ce qui était connu sur la géologie de la région pyrénéenne française il y a environ deux ans, c'est-à-dire au moment où j'ai remis à l'impression le manuscrit du dernier fascicule. Bien que j'aie eu soin d'insérer à la fin de chaque chapitre un résumé des matières qui y sont contenues, les vues d'ensemble sont assez difficiles à découvrir et c'est pour faciliter au lecteur une tâche qu'il trouverait peut-être un peu ardue, que je vais faire pour lui ce travail et dégager de ce monceau de documents les conclusions générales et l'histoire de la chaîne.

Dans une première communication, je ferai connaître la constitution et la structure de la feuille de Mauléon ; dans une seconde, j'exposerai les conclusions générales de l'étude des Pyrénées et mes idées sur la genèse de cette chaîne de montagnes ; enfin une troisième sera consacrée à l'examen des théories émises par M. Léon Bertrand, dont la manière de voir, comme on le sait déjà, est en contradiction absolue avec la mienne.

Si je commence par exposer à la Société la géologie de la feuille de Mauléon, c'est d'abord que la région comprise sur cette feuille était jusqu'à ces derniers temps presque inconnue : des travaux préliminaires de MM. Stuart-Menteath et Seunes étaient à peu près les seuls à consulter. Mais c'est surtout parce que les observations que l'on peut faire sur cette feuille sont particulièrement instructives et permettent d'expliquer par analogie ce qui serait sans cela difficile à comprendre sur les feuilles voisines.

Nous avons été chargés, M. Fournier et moi, d'achever les relevés de la Carte géologique de Mauléon ébauchée par M. Seunes ; ils sont maintenant complètement terminés sur le terrain et la gravure est en cours. M. Fournier a étudié le Primaire et moi-même tous les autres terrains : aussi, dans l'exposé que je vais

1. L. CAREZ. *La Géologie des Pyrénées françaises*, 6 vol. in-4°, 3 900 p., 29 pl. Paris, Imprimerie nationale, 1903-1909.

faire, tout ce qui aura trait aux massifs primaires sera emprunté aux études de M. Fournier¹.

Généralités.

La feuille de Mauléon comprend au Sud une région montagneuse, assez peu élevée d'ailleurs, car elle n'offre qu'un seul sommet, le pic d'Orry, s'élevant au-dessus de 2 000 mètres ; vient ensuite une zone de hautes collines et enfin au Nord de la feuille, une région de collines basses (sommets entre 200 et 400 mètres) ayant néanmoins l'aspect d'un pays accidenté par suite du grand nombre et de la faible altitude des vallées (47 mètres à Saint-Palais).

Les zones géologiques sont au nombre de quatre :

1° Une zone de Crétacé supérieur occupant les abords de la frontière espagnole à partir de la vallée d'Aspe jusqu'à l'extrémité occidentale de la feuille ; cette aire de Crétacé supérieur se poursuit fort loin en Espagne.

2° Une zone primaire qui va de Laruns à Esterençuby. Après avoir été très développée sur les feuilles de Tarbes et Luz, elle se rétrécit au point de disparaître même complètement sous le Trias entre les vallées d'Aspe et de Lourdios par abaissement de l'axe de l'anticlinal, mais le Primaire revient au jour aussitôt après le passage de cette vallée et occupe une surface d'affleurement de sept à huit kilomètres de largeur.

3° Une zone de Jurassique et de Crétacé inférieur, large dans la vallée d'Ossau et surtout dans la vallée d'Aspe où elle s'étend de Lurbe à Bedous ; elle se rétrécit vers l'Ouest, constitue le massif des Arbailles et aboutit à Saint-Jean-le-Vieux. Elle englobe un affleurement de Primaire à Hosta.

4° Une zone de Crétacé supérieur et d'Éocène qui occupe toute la moitié septentrionale de la feuille.

Description sommaire des terrains.

GNEISS ET MICASCHISTES. — Ils n'existent pas dans la grande bande primaire mais affleurent seulement dans de très petits pointements au milieu des sédiments du Crétacé supérieur dans l'angle nord-ouest de la feuille. Ces pointements se rattachent à un massif important de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port.

ORDOVICIEN ET GOTHLANDIEN. — MM. Fournier et Bresson rapportent à l'Ordovicien, des schistes satinés ainsi que des quart-

1. Pour tout ce qui concerne la bibliographie, je prie le lecteur de se reporter aux divers volumes de la *Géologie des Pyrénées françaises*.

zites de couleur foncée très compacts, et au Gothlandien des schistes très noirs maclifères ayant fourni en un point des *Mognograptus*. Il est à remarquer que ces deux terrains n'existent que dans les lambeaux de recouvrement des environs de Sainte-Énegrace et *sont absolument inconnus en place* aussi bien sur la feuille d'Urdoz que sur celle de Mauléon. C'est là un fait difficile à expliquer.

DÉVONIEN INFÉRIEUR (COBLENTZIEN). — Schistes et grauwackes avec *Streptorynchus*, *Spirifer*, *Atrypa reticularis*, *Orthis striatula* et Fenestelles. Ce terrain est bien développé auprès de Laruns, mais il disparaît promptement sous le Carbonifère par abaissement d'axe ; on n'en retrouve plus qu'un affleurement auprès de Larrau.

DÉVONIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR. — C'est le calcaire de Geteu à *Tornoceras cf. retrorsum* et Polypiers. Il n'est connu que dans la vallée d'Ossau et manque auprès de Larrau où le Dévonien inférieur est directement recouvert par le Carbonifère.

DINANTIEN. — Calcaire gris-bleu avec quelques Crinoïdes ou calcaires blanc-grisâtre, jaunâtres ou rosés ; ils passent à de véritables griottes. Les fossiles y sont nombreux : *Glyphioceras*, *Prolecanites*, *Phillipsia*.

L'étage comprend aussi des schistes et des quartzites.

CARBONIFÈRE SUPÉRIEUR. — Schistes, grès schisteux et grès. *Anularia*, *Asterophyllites*, *Nevropteris* (espèces stéphaniennes) dans la vallée de la Bidouze.

PERMIEN. — Le Permien est principalement composé d'une masse énorme de poudingues que M. Fournier divise en deux : à la base poudingue polygénique à éléments variés parfois de très grande taille ; à la partie supérieure poudingue quartzeux à galets arrondis, qui serait, d'après M. Fournier, en transgression sur le précédent. Des schistes rouges et violacés, des argilolites rutilantes forment les couches les plus récentes du Permien.

Un fait très remarquable est la faible extension géographique de ces poudingues permien malgré leur puissance colossale : à l'Est ils ne dépassent pas la vallée d'Aspe et au Nord ils n'existent déjà plus dans l'affleurement permien d'Hosta qui n'est composé que de grès avec rares poudingues. A l'Ouest, ils se continuent sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port mais n'existent pas sur celle de Bayonne où il n'y a guère, comme à Hosta, que des grès.

Il est difficile de dire avec certitude quelle était la provenance des eaux torrentielles qui ont déposé ces formidables amas de cailloux ; leur prompt disparition au Nord indique bien qu'elles

venaient du Sud, mais tout le versant espagnol est couvert par les couches crétacées transgressives.

TRIAS. — Ce terrain, ordinairement peu puissant dans les Pyrénées, est relativement très développé dans la partie méridionale de la feuille où il repose indifféremment sur tous les étages des terrains primaires ; il est composé de cargneules, de calcaires dolomitiques et de marnes bigarrées, principalement rouges ; on y trouve du gypse très mélangé de marnes et du minerai de fer sur lequel on a fait des essais d'exploitation.

Le Trias se montre en outre à Gotein et à Lasseube au milieu du Crétacé ou à sa limite supérieure ; il est, dans ces points, composé presque exclusivement de marnes versicolores.

Il est constamment traversé par des amas d'ophite.

INFRALIAS. — Calcaires dolomitiques en plaquettes minces ; pas de fossiles sur la feuille.

LIAS INFÉRIEUR (HETTANGIEN ET SINÉMURIEN). — Calcaires et brèches, ces dernières parfois à couleurs vives et alors exploitées comme marbre (bois de Bergouets, entre Lichans et Licq-Atheyrey). Cette assise, sans fossiles déterminables, diminue d'épaisseur de l'Est de la feuille (30 m.) aux environs de Lecumberry et de Bussumarits (quelques mètres).

CHARMOUTHIEU. — Dans la partie orientale, le Charmouthien est marneux et facile à distinguer du Lias inférieur ; à l'Ouest, il devient calcaire comme ce dernier. Il renferme quelques Ammonites ; son épaisseur est d'une vingtaine de mètres.

Le **TOARCIEN** subit les mêmes transformations que le Charmouthien dont il se sépare difficilement ; il est peu puissant. *Hildoceras bifrons*.

BAJOCIEN et BATHONIEN. — Ces étages sont représentés dans la moitié orientale par des dolomies noires ou brunes, grenues ou pulvérulentes avec bancs de calcaires blancs ou bleuâtres, souvent bréchoïdes et zones marneuses. C'est le faciès que l'on est habitué à rencontrer tout le long de la chaîne des Pyrénées.

Au contraire, dans la moitié occidentale de la feuille, ces étages sont représentés par des calcaires et des marnes à la base desquels j'ai recueilli *Ammonites Parkinsoni* du Bajocien.

CALLOVIEN. — Marnes à *Reineckeia anceps*, *Perisphinctes Backeriæ*, *Hecticoceras lunula*.

OXFORDIEN. — *Neuvizien*. Calcaires et marnes à *Cardioceras cordatum*.

Argovien. — Calcaires et marnes à *Perisphinctes Martelli*.

Jusqu'à ce jour, il était admis que le Callovien et l'Oxfordien manquaient absolument dans la région pyrénéenne sauf à Cambo, et encore pour l'Oxfordien, M. Seunes n'avait indiqué sa présence que d'après deux fossiles assez peu probants : *Belemnites hastatus* qui se trouve déjà dans le Callovien et un *Perisphinctes* indéterminable. Les découvertes récentes faites par M. Fournier et par moi montrent que le Callovien et l'Oxfordien avec ses deux sous-étages ont pénétré plus loin vers l'Est que l'on ne le pensait jusqu'à ce jour et ont laissé des dépôts indiscutables dans les environs de Lecumberry et d'Hosta.

APTIEN. — Directement sur l'Argovien repose l'Aptien composé principalement de calcaires compacts, semi-cristallins, gris clair, entremêlés de quelques lits marneux.

Les fossiles y sont extrêmement nombreux mais rarement déterminables : *Toucasia santanderensis*, *Toucasia* sp., Orbitolines. Épaisseur : 800 mètres.

ALBIEN. — Schistes calcaréo-marneux très foncés, le plus souvent presque noirs ; intercalation de calcaires, de conglomérats fins peu épais. Faune nulle. Puissance : 1000 mètres.

CÉNOMANIEN. — Ce terrain est représenté dans la région méridionale par un calcaire compact souvent rosé, à Caprines, Polypiers, Orbitolines, disposé en lambeaux épars sur le Primaire, de Sainte-Engrace à Esterencuby. Ces calcaires sont fréquemment accompagnés de conglomérats ; dans les galets, j'ai trouvé auprès du pic d'Errocaté des Alvéolines cénomaniennes. Il faut donc admettre qu'il y a eu des mouvements importants pendant la durée du Cénomaniens puisque les couches de la base de l'étage ont été reprises sous forme de galets dans les conglomérats de la partie supérieure.

Dans la partie septentrionale de la feuille, le Cénomaniens occupe une surface considérable : il n'est pas exagéré de dire qu'il couvre le tiers de la carte. Il est composé des roches les plus diverses : alternance de petits bancs calcaires gris-bleu très réguliers et de marnes fissiles, bancs de silex tabulaire, brèche fine et vacuolaire, marnes conchoïdes bleuâtres, conglomérats parfois très puissants mais d'étendue limitée. En dehors des Fucoïdes, très abondants, il n'a été trouvé comme fossiles qu'*Orbitolina conica*, et encore en un petit nombre de gisements. Le Cénomaniens repose indistinctement sur tous les terrains depuis les schistes cristallins jusqu'à l'Albien, montrant ainsi qu'il y a eu à cette époque une transgression très importante. Autour des pointements de roches plus anciennes, il y a très fréquemment des

conglomérats *uniquement formés des débris du terrain sur lequel repose le Cénomaniens* ; on doit forcément en conclure que la mer de cette époque était peu profonde et parsemée d'îlots ou de bas-fonds que les flots démantelaient et réduisaient en galets.

Les mêmes faits se constatent d'ailleurs jusque sur la feuille de Pamiers, comme je l'ai déjà fait connaître.

TURONIEN. — Cet étage n'est pas bien individualisé ; j'y rapporte dans le quart nord-est de la feuille des grès jaunes micacés intercalés de marnes et de calcaires et montrant des empreintes d'Algues et des organismes problématiques. La seule raison du classement que je propose est que ces grès sont situés entre le Cénomaniens et le Sénonien dans une série qui ne paraît pas comporter de lacunes.

Peut-être une partie du puissant ensemble que je comprends dans le Cénomaniens doit-elle en être détachée et constituer le Turonien ; c'est la solution adoptée par M. P. Termier sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port. L'absence de fossiles ne permet pas de se prononcer avec certitude dans un sens ou dans l'autre.

Dans la région méridionale, au Sud de la zone primaire, les premières assises crétacées sont des calcaires compacts gris clair, parfois avec silex, épais de 200 mètres environ et produisant à chaque vallon de véritables cañons, dont quelques-uns remarquablement pittoresques.

Les seuls fossiles que j'y ai recueillis sont des *Lacazina* ; mais ces calcaires sont l'équivalent certain des calcaires des Eaux-Chaudes qui renferment des Hippurites turoniennes. Je les rapporte en conséquence au Turonien et au Sénonien inférieur.

SÉNONIEN. — Dans cette même région, au-dessus du calcaire compact, se voient des marnes schisteuses alternant avec des bancs calcaires ou gréseux généralement minces ; parfois calcaires blancs rosés (pic d'Orry), calcaire très dur bleu clair à cassure conchoïde et brèche fine (Phista d'en haut). Cet ensemble est extrêmement puissant, sans que l'on puisse chiffrer son épaisseur à cause des nombreux plissements et cassures qui l'ont affecté ; il n'a offert que de rares fossiles : *Coraster*, *Operculina*, Orbitoïdes, Fucoïdes.

Je le considère comme représentant à la fois le Sénonien supérieur et le Daniens.

Sur le quart nord-est de la feuille, on voit à la suite des couches que j'ai classées dans le Turonien, une alternance de couches gréseuses et calcaires, ces dernières devenant prédominantes lorsqu'on s'élève dans la série. La partie inférieure de cet ensemble

est probablement santonienne ; quant à la partie supérieure composée de calcaire marneux de coloration grise ou parfois bleuâtre, elle contient des fossiles qui la classent dans le Campanien : *Pachydiscus Jacquoti*, *Inoceramus Cripsii*, *I. impressus*, *Galeola cuneata*, *Stegaster altus*, *St. Bouillei*, *St. Cotteau*, *St. Heberti*, *Coraster beneharnicus*, *Offaster cuneatus*.

DANIEN. — J'ai déjà dit que je rapporte en partie à cet étage les schistes marneux de la frontière ; pour le Nord-Est, j'y rattache des calcaires blancs conchoïdes, durs, formant une petite crête aux environs de Lasseube et renfermant *Coraster beneharnicus*, *C. Munieri*, *Tholaster Munieri*, *Ananchytes Douvillei*, *A. pyrenaicus*, *Hamites reticostatus*. La séparation de cette zone et de celle à *Stegaster* est loin d'être aussi nette et aussi tranchée qu'on l'a dit quelquefois.

LUTÉCIEN. — Les premières couches tertiaires sont constituées par des argiles marneuses bleuâtres dans lesquelles je n'ai pas trouvé de fossiles auprès de Lasseube, mais qui en renferment au contraire en plusieurs gisements situés à l'Est de Navarrenx. J'y ai recueilli : *Nummulites atacicus*, *N. irregularis*, *Assilina granulosa*, *Operculina ammonica*, *Orthophragmina Archiaci*.

Ces fossiles indiquent le Lutécien moyen comme à Bos d'Arros ; le Lutécien inférieur serait représenté par des marnes sans fossiles ; le Lutécien supérieur également par des marnes sans fossiles, ou bien il correspondrait à une lacune rendue très vraisemblable par la discordance des poudingues.

BARTONIEN. — Au-dessus des marnes à Nummulites et en discordance, vient le poudingue dit de Palassou composé de gros galets calcaires de provenance régionale.

Je le rapporte au Bartonien comme la partie supérieure de celui des feuilles de Foix, Pamiers et Quillan, mais rien sur la feuille de Mauléon ne permet de préciser son âge.

MIOCÈNE. — Le poudingue bartonien est surmonté par places, par un autre cailloutis tout à fait différent, presque uniquement composé de quartzites très roulés accompagnés de quelques galets de granite. Ce second cailloutis appartient au Miocène.

PLIOCÈNE. — J'ai rapporté au Pliocène, comme l'a fait M. Termier sur la feuille voisine, quelques dépôts de cailloux qui couronnent des buttes auprès de Saint-Jean-le-Vieux et se trouvent à une altitude supérieure de 65 à 75 mètres à celle du fond de la vallée, alors que les dépôts alluviaux les plus élevés parmi ceux que je classe dans le Quaternaire ne sont pas à plus de 50 mètres.

QUATERNAIRE. — Les dépôts alluviaux sont rares, comme toujours, dans la partie montagneuse ; dans les zones de collines, ils ne sont bien développés que dans les vallées d'Aspe à partir de Lurbe, d'Ossau en aval d'Arudy, dans la vallée du gave d'Oloron qui résulte de la réunion des deux précédentes et dans la vallée du Saison. Je ne parle pas de la vallée du Gave de Pau qui entame à peine l'angle nord-est de la feuille.

Dans les vallées d'Aspe, d'Ossau et d'Oloron, j'ai pu distinguer quatre groupes séparés par des terrasses ; cela ne veut pas dire d'ailleurs que localement, il ne soit pas possible d'en constater un plus grand nombre, car les terrasses ne sont pas d'une régularité absolue : tantôt il s'en produit de nouvelles qui durent peu, tantôt même celles que l'on peut suivre le plus généralement se confondent pendant un certain parcours.

Le niveau le plus élevé (*a*), par conséquent le plus ancien, n'existe pas dans la vallée d'Aspe ; il commence à se distinguer auprès de la gare de Buzy à 360 mètres environ pour se continuer jusqu'à la limite de la feuille d'Orthez où il se trouve à l'altitude de 150 mètres environ, soit à 50 mètres au-dessus de la rivière actuelle.

Les cailloux de ce niveau sont souvent décomposés, surtout le granite qui y est d'ailleurs assez rare.

Vient ensuite un niveau (*b*) inférieur de 20 à 35 mètres au précédent, la différence d'altitude entre les deux devenant plus grande à mesure que l'on descend vers l'aval ; il est très développé dans la vallée d'Aspe où il forme notamment le grand plateau qui va d'Arros à Moumour. Ses cailloux, beaucoup plus frais que ceux de la terrasse *a*, se composent en grande partie de granite.

Le niveau suivant (*c*) n'existe pas dans la vallée d'Ossau entre Buzy et Oloron, cette vallée ayant été barrée à ce moment par les dépôts glaciaires, comme on le verra plus loin ; il est séparé du niveau *b* par un ressaut de 15 mètres.

Cette terrasse se trouve entre 6 et 10 mètres au-dessus de la rivière.

Le quatrième niveau *d* n'existe pas dans la vallée d'Ossau en amont d'Oloron, il est ailleurs peu développé, les rivières coulant le plus souvent entre deux berges escarpées couronnées par le niveau *c*.

Dans la vallée du Saison, les niveaux *b* et *c* se confondent ; quant au niveau *a*, dont les dépôts sont presque cantonnés sur la rive gauche de la vallée, il monte jusqu'à 60 et même 70 mètres au-dessus du niveau actuel ; peut-être y aurait-il lieu de séparer

les plus élevés et de les rattacher au Pliocène comme ceux des environs de Saint-Jean-le-Vieux.

Les dépôts glaciaires n'existent sur la feuille que dans la vallée d'Ossau ; toutes les indications contraires sont, pour moi, inexactes et se rapportent à des amas de blocs dont l'état anguleux n'implique pas du tout une origine glaciaire¹.

La principale moraine, située entre Arudy et Buzy, barre complètement la vallée et c'est elle qui a obligé le gave d'Ossau à quitter son ancien lit pour se frayer un nouveau passage à travers les schistes crétacés jusqu'à Oloron. Cette moraine est formée d'un énorme amoncellement de blocs anguleux de granite très frais, atteignant jusqu'à 20 mètres cubes.

La colline sur laquelle est bâtie la ville d'Arudy et qui est disposée en travers de la vallée est aussi une moraine, quoique moins bien caractérisée que la précédente ; en amont il n'y a plus que des dépôts glaciaires peu étendus sauf dans les deux vallées latérales du Benou à l'Ouest et de Féas à l'Est (feuille de Tarbes) qui sont l'une et l'autre remplies de boue et de cailloutis glaciaires jusqu'à l'altitude de 900 à 1000 mètres, le mamelonnage des roches montant jusqu'à 1200 mètres.

Les dépôts glaciaires de Buzy reposent sur le niveau d'alluvions *b* ; ils sont vraisemblablement contemporains du niveau *c*, c'est-à-dire qu'ils datent d'une époque peu éloignée, la fin du dépôt des alluvions anciennes d'après la nomenclature du Service de la Carte géologique. Quant aux traces glaciaires du Benou et de Féas, elles proviennent d'une première extension des glaciers, plus ancienne. Mes nouvelles observations ne font donc que confirmer ce que j'ai dit antérieurement², à savoir qu'il y a eu dans les Pyrénées deux extensions glaciaires, la première datant de la fin du Pliocène, la seconde survenue entre l'époque du *Rhinoceros Merckii* et de l'*Hyena brunnea* et celle de l'*Ursus spelæus* et du Renne.

ROCHES ÉRUPTIVES. — Il me reste à indiquer les roches éruptives qui affleurent sur la feuille. Ce sont :

Des *microgranulites* en filons dans le Carbonifère.

Des *ophites* qui se présentent en amas aussi nombreux qu'importants dans le Trias qu'elles accompagnent toujours. Mais cette roche se rencontre aussi dans le Permien et elle a traversé, en de nombreux points, l'Albien et même le Cénomanién.

1. Voir L. CAREZ : Note sur les enseignements de la catastrophe de Bozel. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 519.

2. Voir *La Géologie des Pyrénées françaises*, fascicule II, p. 979, et fascicule III, p. 1640.

Des *lherzolites* à la base du Lias (Sud-Est de Haux, Bielle).

Des *serpentes* dans le Lias moyen du Bois de Launde près Lourdios, et dans le Cénomaniens du col d'Urdach.

Des *monzonites néphéliniques* traversant le Cénomaniens entre Arudy et Saint-Christau, ainsi qu'au Sud de Buziet.

Structure.

PLISSEMENTS. — Le premier anticlinal en partant du Sud est l'anticlinal, ou pour mieux dire l'aire anticlinale de Larrau I¹, qui doit être considéré comme *l'axe de la chaîne*. Venant de l'Est, il passe à Laruns, au Sud de Bedous, au Nord de Larrau et pénètre sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port vers Esterencuby ; au début il est dans le Dévonien, mais par suite de l'abaissement de son axe, il n'est plus jalonné que par le Carbonifère, puis le Trias, entre les vallées d'Aspe et de Lourdios ; l'axe se relève alors et fait apparaître le Permien, le Carbonifère et même un peu de Dévonien auprès de Larrau.

La direction est d'abord est-ouest, puis s'incline un peu au Nord ; la direction générale est est-sud-est-ouest-nord-ouest. Son flanc méridional très irrégulier chevauche le Crétacé supérieur vers le Sud sur toute la largeur de la feuille, tandis que son flanc nord, constitué par les terrains secondaires inférieurs, est renversé ou même chevauche vers le Nord.

L'anticlinal suivant II *bis*, II, est l'anticlinal de Sarrance. Il apparaît un peu à l'Est du col d'Aran, marqué par un affleurement de Lias puis de dolomie jurassique, de Lias et de Trias ; à la traversée de la vallée d'Aspe, le pli cesse par plongement brusque à l'Ouest, mais il est relayé par un autre pli qui fait apparaître le Trias au col de Launde et se continue jusqu'au signal d'Arette où un nouvel abaissement brusque fait plonger le Trias, le Lias, la dolomie et le calcaire aptien sous l'Albien. A partir de là, il est malaisé à suivre au milieu des affleurements albiens, mais on le retrouve à Restouil sur la rive droite du Saison où se montre un bombement d'Aptien, puis, sur la rive gauche de cette rivière il se relève vivement pour amener au jour l'un après l'autre l'Aptien, tout le Jurassique, le Permien et le Carbonifère (pointements de la Bidouze et d'Hosta). A l'Ouest, l'anticlinal est encore jalonné par les affleurements triasiques et liasiques de Jaxu. Ce pli est renversé et chevauchant *vers le Sud* dans la région de Sarrance, renversé au contraire *au Nord* vers Hosta. Sa direction moyenne est est-sud-est-ouest-nord-ouest.

1. Voir les planches I et II.

Vient ensuite l'anticlinal III ou anticlinal de Bielle. Il sort de la feuille de Tarbes, passe à Bielle où affleure un peu de Trias, puis perd par chevauchement son flanc méridional et, sous forme de pli monoclinale à inclinaison nord, passe à Mail-Arrouy pour se terminer brusquement par un plongement très rapide sous le village de Lurbe où l'Albien descend jusqu'au fond de la vallée d'Aspe. Sur la rive gauche de la vallée il se relève non moins brusquement pour former le dôme de Pédeher (Jurassique et Aptien) et disparaître définitivement. Entre le col de Marie-Blanche et son extrémité occidentale, ce pli est constamment chevauchant *vers le Sud*. Sa direction est est-ouest, puis sud-est-nord-ouest.

En continuant vers le Nord, on trouve l'anticlinal V¹ ou de Belair, marqué par un affleurement d'Albien avec quelques pointements d'Aptien, au milieu du Cénomaniens; il fait suite au bombement du pic de Rébenacq sur la feuille de Tarbes.

Enfin je citerai l'anticlinal IV ou de Domezain qui pourrait être la réapparition de celui de Belair et qui fait affleurer l'Albien au milieu d'une grande étendue de Cénomaniens.

CHEVAUchements ET RENVERSEMENTS. — Le premier chevauchement dont j'ai à parler est le plus important de la feuille; c'est celui du Primaire et du Trias de l'anticlinal de Larrau sur le Crétacé supérieur de la frontière; c'est ce que j'appelle le chevauchement de Sainte-Engrace. Il est indiqué sur les coupes par l'indice *Fc*. Il commence sur la feuille d'Urdo et se continue à travers toute la feuille de Mauléon; mais son maximum d'intensité et de netteté se trouve entre Sainte-Engrace et Larrau. C'est là que l'on voit, au bois de Salatcé, l'avancée vers le Sud du Trias sur le Crétacé supérieur, puis du Primaire sur le Trias et le Crétacé supérieur. La forme des contours, le fait que toutes les parties basses sont constituées par le Crétacé supérieur, et les sommets par le Primaire ou le Trias, ne laissent aucun doute sur l'existence du chevauchement. Si toutefois il restait encore une hésitation dans l'esprit, elle serait levée par l'étude du charriage de Lacoura qui a déjà été signalé par MM. Bresson et Fournier et qui est le recouvrement le plus incontestable que je connaisse (pl. I, fig. 4). Le sommet est constitué par différentes assises primaires: Permien, Gothlandien et Ordovicien², ayant emmené avec elles un peu de calcaire cénomaniens, tandis que tous les flancs de la montagne, sur une épaisseur considérable, sont for-

1. Cet anticlinal n'est pas compris dans l'étendue des coupes de la planche II. Voir pl. xxxvii du fascicule vi de ma *Géologie des Pyrénées françaises*.

2. Je cite le Gothlandien et l'Ordovicien, d'après MM. Bresson et Fournier.

més par le Crétacé supérieur (Danien, Sénonien et Turonien). Comme d'autre part, tout le versant espagnol est constitué par le Crétacé supérieur et le Tertiaire, le lambeau de recouvrement de Lacoura ne peut venir que du Nord et l'on est en droit d'affirmer que la bande primaire et triasique de Larrau chevauche le Crétacé *vers le Sud*, c'est-à-dire vers l'axe géographique de la chaîne.

Il y a toutefois un point qui me semble difficile à expliquer : c'est la présence de l'Ordovicien et du Gothlandien dans le lambeau de recouvrement, alors que ces terrains sont absolument inconnus en place, non seulement dans toute l'étendue de la feuille de Mauléon, mais aussi sur celle d'Urdo.

Le massif de Bergon (pl. II, fig. 10) est formé par toute la série des couches comprises entre le Permien et l'Aptien inclus, reposant en discordance sur le Carbonifère et se présentant en couches presque horizontales. Or, à une petite distance et *plus au Nord*, le sommet 1910 près du col d'Arrioutort montre le Crétacé supérieur reposant directement sur le Carbonifère et le Dévonien. Si ce Crétacé supérieur est en place, ce qui semble bien probable, comment se fait-il que le Jurassique et le Crétacé inférieur manquent en ce point, alors qu'ils existent plus au Sud au pic Bergon ? Supposer, entre l'Aptien et le Turonien, une érosion suffisante pour faire disparaître une épaisseur de couches aussi considérable que l'ensemble du Trias, du Jurassique et de l'Aptien, semble une hypothèse bien invraisemblable ; aussi la solution qui paraît la plus probable serait de considérer le massif de Bergon comme un lambeau charrié. Mais le charriage serait certainement venu du Nord, ce qui ne cadre pas avec la direction des plis couchés que je vais décrire maintenant.

Sur ce Crétacé supérieur du sommet 1910, se voit, en recouvrement, un petit lambeau de Carbonifère. M. Fournier, qui l'a découvert, pense qu'il vient du Nord ; cela semble probable mais non certain, car le Carbonifère existe aussi au Sud, à une distance, il est vrai, beaucoup plus grande.

Passons maintenant au Nord de la bande primaire, le long de laquelle il y a, du pic Lauriolle au col d'Aphanicé, renversement ou chevauchement vers le Nord. Le pic Montagnou (pl. II, fig. 9) est constitué par du calcaire aptien avec un peu de dolomie jurassique au sommet et repose sur le Gault sur les trois quarts de son pourtour. Il y a donc là un pli couché au Nord avec renversement complet ; j'ai déjà donné dans le *Bulletin* une photographie de la racine de ce pli¹. Un peu plus à l'Ouest se trouve le plateau

1. L. CAREZ. Note sur une coupe des montagnes des environs de Bedous (feuille de Mauléon). *B. S. G. F.*, (4), V, p. 517.

d'Ourdinse dont j'ai déjà donné une description¹ et où l'on voit de bas en haut (pl. II, fig. 8) : Aptien, Albien, Aptien, Dolomie jurassique, Aptien, Dolomie jurassique, Lias moyen (en dehors de la ligne de coupe). C'est la continuation du même pli couché au Nord, avec une complication un peu plus grande.

A l'Ouest de la vallée d'Aspe, la montagne de Layens (pl. II, fig. 6) montre de bas en haut : Albien, Aptien, Lias inférieur, Trias ; c'est un pli couché au Nord avec suppression de couches par chevauchement. En continuant à suivre la bande jurassique et aptienne, on trouve jusqu'à la vallée du Vert de Barlanès, des couches très voisines de la verticale, inclinées tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre ; mais un peu plus au Nord se montre un lambeau de Trias, Lias et Aptien allant de Pène-Arrouye au pic d'Arguibèle (pl. I, fig. 5) et entouré de tous côtés par les schistes albiens sur lesquels il repose incontestablement sur une grande partie de son pourtour. Je le considère comme un lambeau de charriage venu du Sud.

A l'Ouest du Vert de Barlanès, le calcaire aptien de la bande en place est nettement couché au Nord sur l'Albien, mais il se redresse bientôt pour devenir à peu près vertical et disparaître ainsi que le Jurassique et le Trias au méridien de Montory. A partir de ce point jusqu'au Saison, ce sont en effet les schistes albiens qui viennent au contact immédiat du Primaire (pl. I, fig. 4) ; mais en même temps un lambeau composé de Trias, de Jurassique et d'Aptien se voit de Montory à Etchebar à quelque distance au Nord de la limite du Primaire. Ce lambeau qui est incontestablement superposé au Gault — au moins à ses deux extrémités ; c'est moins net à la traversée de la rivière — semble avoir été détaché de la place qu'il occupait pour être lancé au Nord en glissant sur les schistes.

Quoi qu'il en soit, c'est incontestablement un lambeau de recouvrement venu du Sud.

A partir du méridien d'Etchebar, la bande de Secondaire inférieur reparaît au contact du Primaire et se continue jusqu'au col d'Aphanicé, très étirée, souvent renversée au Nord et ayant envoyé quelques lambeaux de Lias en recouvrement sur l'Albien ; après le col d'Aphanicé, les couches reprennent leur pendage normal.

Il y a donc sur toute la bordure septentrionale de la bande primaire des renversements, des plis couchés au Nord et même des lambeaux de recouvrement détachés de leurs racines.

Plus au Nord, on rencontre le chevauchement de Sarrance

1. J. CAREZ. Note sur une coupe des montagnes des environs de Bedous (feuille de Mauléon). *B. S. G. F.*, (4), V, p. 517.

(pl. II, fig. 8). Le flanc méridional de l'anticlinal de ce nom, à peu près régulier dans sa partie orientale, se renverse déjà au Sud au signal de Sarrance, lequel est formé de calcaire aptien reposant sur l'Albien ; après le passage de la vallée, la ligne limitant l'Albien devient extrêmement sinueuse et toutes les zones du Secondaire inférieur de la région viennent successivement en contact avec lui : Aptien, Dolomie, Lias supérieur et moyen, Lias inférieur, Trias avec ophite. L'Albien occupe le fond de tous les vallons et est incontestablement surmonté par les autres terrains ; il y a donc chevauchement vers le Sud. Aucune autre explication ne me paraît acceptable, car au signal d'Arrette, comme sur tout le flanc nord de l'anticlinal, l'Aptien s'enfonce régulièrement sous le Gault ; il est impossible de considérer ces affleurements de Secondaire inférieur comme un vaste lambeau de charriage semblable à ceux d'Arguibèle et de Montory, car il faudrait comprendre dans ce charriage tout le Gault et le Cénomaniien de la feuille !

L'anticlinal de Bielle présente un phénomène analogue (pl. II, fig. 6, 7, 8 et 11). Régulier dans sa partie orientale — autant du moins que les dépôts glaciaires permettent de s'en assurer — ce pli ne tarde pas à perdre son flanc méridional, et entre le col de Marie-Blanche et Lurbe on peut voir sur le flanc nord de la vallée de Barescou, de bas en haut : Schistes albiens très puissants, Lias inférieur, Lias moyen et supérieur, dolomie formant le sommet du pic Mail-Arrouy. Il y a donc superposition du Jurassique à l'Albien et ce ne peut être que par chevauchement vers le Sud pour les mêmes raisons exposées ci-dessus pour l'anticlinal de Sarrance. En effet à partir de Lurbe et sur tout le flanc nord du pli, l'Aptien est régulièrement recouvert par l'Albien et ce dernier par le Cénomaniien ; de plus la bande de Jurassique et Aptien se continue fort loin à l'Est sur la feuille de Tarbes.

Le dôme qui s'élève à l'Ouest de Lurbe (pic Pédeher, pic Bisarce) chevauche aussi l'Albien au Sud (pl. II, fig. 7).

Plus au Nord, il n'y a plus de grands accidents ; les couches du Crétacé supérieur des environs de Lasseube et Navarrenx sont seulement ou verticales, ou renversées au Nord-Est.

TRANSGRESSIONS ET DISCORDANCES. — La région dont je m'occupe ici semble avoir été constamment en mouvement, tant les discordances entre les divers étages sont nombreuses.

La première transgression est celle du Carbonifère qui repose indifféremment sur le Dévonien supérieur ou sur le Dévonien inférieur ; puis vient celle du Permien sur le Houiller, suivie

d'après M. Fournier d'une autre transgression entre le Permien inférieur et le Permien supérieur.

Ensuite : transgression du Trias qui repose aussi bien sur le Dévonien que sur le Permien ou le Carbonifère.

Transgression aptienne. Contrairement à ce qui résulte de mes études dans le reste de la chaîne, je crois qu'il y a ici transgression de l'Aptien qui repose tantôt sur l'Oxfordien, tantôt sur le Lias, tantôt même, dans l'angle nord-ouest, sur le gneiss.

Transgression du cénomanien, la plus importante de toutes. Cet étage en effet s'est déposé indifféremment sur tous les terrains, y compris même le Permien et le Houiller de la bande de Larrau.

Transgression lutécienne, peu marquée.

Transgression bartonienne. Les poudingues de cet âge reposent tantôt sur le Lutécien, tantôt sur le Crétacé supérieur.

Transgression miocène.

Sur cette longue série de transgressions, celles qui ont le plus d'importance sont celles du Permien, du Cénomanien et du Bartonien.

En résumé, du Sud au Nord, quatre anticlinaux principaux d'intensité décroissante :

- I. Anticlinal de Larrau ;
- II. Anticlinal de Sarrance ;
- III. Anticlinal de Bielle ;
- IV. Anticlinal de Belair.

Le premier passe sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port où il se relève (apparition du Silurien) ; les trois autres disparaissent plus ou moins brusquement vers l'Ouest. Il y a diminution rapide de l'effort orogénique de l'Est à l'Ouest de la feuille.

Les trois premiers anticlinaux ont leur flanc méridional *chevauchant vers le Sud, c'est-à-dire vers l'axe de la chaîne*. De plus, l'anticlinal de Larrau a son flanc nord renversé au Nord : il est donc *chevauchant à la fois au Sud et au Nord*. L'abaissement d'axe de ces divers plis n'est pas situé sur une même ligne méridienne : tandis que pour le premier, le point bas est à une petite distance à l'Ouest de Bedous, pour les trois suivants, il se trouve vers le méridien d'Aramits.

Hydrographie.

Ici comme dans toutes les Pyrénées, les grandes rivières traversent la région montagneuse à peu près perpendiculairement à la direction des couches ; dans la zone des collines, il en est

généralement de même, mais la plus importante d'entre elles fait exception à la règle. A partir d'Arudy en effet, la vallée du Gave d'Ossau — vallée aujourd'hui abandonnée en partie comme nous allons le voir — se portait au Nord-Ouest suivant la direction des couches. Une autre anomalie est à signaler : la rivière d'Iraty qui prend sa source dans la bande primaire de Larrau au pic Mendibel, se porte vers le Sud *en traversant la ligne de faite*, assez abaissée il est vrai en cet endroit, et passe en Espagne pour aller se jeter dans le Rio Aragon, affluent de l'Ebre.

Je reviens au Gave d'Ossau dont l'histoire est intéressante. Au début de son existence, c'est-à-dire probablement vers la fin du Miocène ou pendant le Pliocène, cette rivière, dont la vallée était à peine ébauchée, passait au-dessus du seuil actuel de Sévignacq et coulait vers Pau en suivant la vallée actuelle du Néez qui se trouve à peu près exactement sur le prolongement de la haute vallée d'Ossau. A la fin du Pliocène, pour une raison que je ne puis préciser, peut-être par suite d'une première obstruction glaciaire, le gave d'Ossau s'est creusé un nouveau lit dans la direction d'Oloron où il a rencontré le gave d'Aspe ; il a ouvert là une large vallée dans laquelle il a déposé les alluvions des niveaux *a* et *b*. Puis la seconde période glaciaire a fait avancer jusqu'à Arudy le glacier d'Ossau qui a déposé entre Arudy et Buzy la puissante moraine dont j'ai déjà parlé, moraine qui a barré complètement la vallée ; le gave ne pouvant franchir cet obstacle s'est dévié à l'Ouest et s'est creusé non pas une vallée à proprement parler, mais un simple sillon extrêmement étroit (de 5 à 25 mètres) dans les schistes cénomaniens jusqu'à la rencontre de la vallée d'Aspe. Le gave d'Ossau, dans cette partie, présente un bon type de *rivière jeune*.

Histoire géologique de la région.

J'ai déjà fait remarquer que les transgressions multipliées dont on peut constater l'existence montrent que cette région a été presque continuellement en mouvement, mais je ne retiendrai ici que les plus importantes manifestations des forces orogéniques.

C'est au début du Permien que la chaîne montagneuse a été ébauchée, comme le prouvent d'une part la discordance bien constatée de ce terrain sur le Carbonifère et le Dévonien, d'autre part la formation de ces énormes amas de cailloux qui nécessitent l'existence de bas-fonds dans une mer peu profonde ou même de terres émergées.

Les mouvements de la fin du Primaire n'ont pas eu beaucoup d'intensité bien que le Trias repose parfois directement sur le

Carbonifère et même sur le Dévonien ; mais à la fin de la période triasique il s'est produit un exhaussement de la bande primaire qui a servi de rivage méridional aux mers du Jurassique et du Crétacé inférieur. En effet on ne trouve actuellement aucun témoin des terrains de ces âges — sauf le pic Bergon — sur la bande primaire ou au Sud de cette bande ; ce fait peut s'expliquer de deux manières, ou par l'absence de dépôt ou par une érosion qui aurait fait disparaître toute trace des couches jurassiques et crétacées inférieures avant l'époque cénomaniennne. La première hypothèse me paraît de beaucoup la plus probable.

Pendant le Jurassique, un exhaussement général s'est produit, en progressant de l'Est à l'Ouest, de sorte qu'à la fin de l'Oxfordien, tout le pays était exondé ; il est resté hors des eaux jusqu'à l'Aptien, époque à laquelle un mouvement inverse s'est produit, mais ce fut aussi un mouvement d'ensemble qui fit revenir la mer à peu près exactement à l'emplacement qu'elle occupait pendant la période jurassique : la transgression aptienne est insignifiante. Quant à l'Albien, il est concordant avec l'Aptien.

A la fin de l'Albien, ont eu lieu des mouvements importants et complexes : les dépôts cénomaniens en effet sont en discordance complète sur l'Albien et reposent indifféremment sur tous les terrains, y compris le Primaire de la bande de Larrau et même le gneiss des environs d'Armendarits ; ils entourent et recouvrent partiellement toute une série d'îlots d'ophite, de Lias, de Crétacé inférieur, qui faisaient saillie au fond de la mer cénomaniennne par suite de mouvements du sol et de grandes érosions.

Il est à remarquer, comme je l'ai déjà dit, que plusieurs des récifs de la plaine sont entourés de conglomérats produits à leurs dépens, ce qui implique une faible profondeur d'eau ; or la différence d'altitude entre les couches cénomaniennes de la partie nord de la feuille et celles qui reposent sur la bande primaire de Larrau est actuellement de 1200 mètres. Cette différence ne pouvait pas exister lors de leur dépôt, ce qui démontre que *la surrection de la partie élevée de la chaîne est postérieure au Cénomaniennne*.

Elle a dû commencer à se produire dès la fin de la période cénomaniennne pour la partie occidentale de la feuille, car on ne trouve aucun dépôt postérieur au Cénomaniennne sur le Primaire des environs de Larrau, mais on sait qu'il y en a auprès du col d'Arrioutort et que le Turonien, le Sénonien et le Danien atteignent des altitudes considérables sur les feuilles d'Urdo et de Luz. Je crois pourtant que dès le Turonien les mers espagnole et

française ne communiquaient plus, et qu'il existait dès cette époque une crête, encore peu élevée, *située au Nord du col d'Arrioutort et d'Eaux-Bonnes* dont les dépôts crétacés appartiennent au bassin espagnol.

Le Crétacé supérieur et la partie inférieure de l'Éocène ont été une période de calme, qui a pris fin lors du Bartonien; il s'est produit à cette époque des mouvements indiqués par la transgression du Bartonien, et surtout par la production de ces amas de cailloux roulés dont quelques-uns, assez rares, proviennent du Primaire et des roches éruptives de la haute chaîne actuelle. C'est à la fin de l'Éocène que se placent les grands mouvements qui ont produit les plissements et les chevauchements que j'ai décrits ainsi que la surrection générale de la chaîne par un mouvement d'ensemble dont la notion s'impose. Les plissements, chevauchements et charriages, quelle que soit leur ampleur dans la région, ne peuvent en effet expliquer à eux seuls la formation des Pyrénées.

C'est alors, et alors seulement, que les Pyrénées sont devenues une chaîne de montagnes.

M. Emm. de Margerie demande à M. Carez si les deux plis de Bielle et de Sarrance, au lieu d'être enracinés sur place, ne représenteraient pas plutôt les extrémités plongeantes de digitations émanant d'une masse de recouvrement située dans la partie méridionale de la feuille de Mauléon.

Passant aux phénomènes d'érosion fluviale et de remblaiement glaciaire, il rappelle ensuite que les faits observés par M. Carez au débouché de la vallée d'Ossau, et qui, d'ailleurs, sont d'une parfaite netteté, ont été depuis longtemps signalés par M. le professeur Penk, dans un mémoire dont la traduction française a paru à Toulouse, en 1885.

M. L. Carez répond qu'il considère comme absolument impossible d'admettre que les plis II et III soient des parties d'une masse de recouvrement venue du Sud.

Sur le deuxième point, il fait remarquer à nouveau qu'il s'est abstenu dans cette note de rappeler les travaux antérieurs, l'ayant déjà fait très copieusement dans la « Géologie des Pyrénées françaises », à laquelle il renvoie le lecteur.

LES ROCHES ALCALINES DE TAHITI

PAR **A. Lacroix** ¹.

PLANCHES III ET IV.

I. Données géologiques. — II. Roches grenues. — III. Roches microgrenues ou microlitiques en relation avec les roches grenues. — IV. Roches volcaniques. — V. Conclusions.

Les roches non coralliennes du Pacifique central et oriental sont considérées comme de nature uniquement volcanique et d'autre part, les pétrographes, qui défendent la théorie de l'existence de deux faciès dans les roches éruptives, le faciès pacifique et l'atlantique, rattachent au premier toutes les roches volcaniques de cette vaste région.

Les roches, qui font l'objet de cette note, présentent un double intérêt. Je vais montrer en effet, d'une part que des roches grenues jouent un rôle important dans la constitution de Tahiti et d'une autre que ces roches, ainsi que l'ensemble des laves de la même île, présentent des caractères qui les rattachent d'une façon indiscutable au type atlantique.

Quelques mots d'introduction sont nécessaires pour expliquer l'origine des matériaux qui vont être décrits.

Lorsqu'en 1898, une partie des collections d'histoire naturelle constituant l'ancien Musée colonial furent transportées au Muséum national d'Histoire naturelle, quelques échantillons échurent à mon Service. Mon attention fut attirée par deux cailloux roulés, indiqués comme provenant de la rivière de Papenoo, à Tahiti : l'un d'eux appartenait à un type pétrographique qui m'était alors inconnu et que je devais retrouver peu après en grande abondance parmi les roches à néphéline de la région d'Ampasindava, dans le Nord-Ouest de Madagascar. Dans la monographie consacrée plus tard à cette dernière province pétrographique, j'ai montré ² que la roche en question appartient à cette intéressante famille, que j'ai décrite sous le nom de *monzonite néphélinique*.

En 1901, un distingué zoologiste du Muséum, M. Seurat, ayant été chargé d'une mission pour l'étude de la pêche des Huîtres perlières à Tahiti et aux îles Tuamotu, je lui remis un fragment de cette roche, en le priant de rechercher son gise-

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1909.

2. A. LACROIX. Les roches à néphéline de Tahiti. *CR. Ac. Sc.*, CXXXIX, p. 953, 1904. A. LACROIX. Note sur la minéralogie de Tahiti. *Bull. Soc. franç. minér.*, XXVII, p. 272, 1904.

ment. Avec une obligeance et une intelligence extrêmes, M. Seurat a procédé à l'exploration, hérissée de difficultés, de toute la vallée de Papenoo et particulièrement de sa partie haute. Il est parvenu ainsi, non seulement à trouver le gisement en place de la roche en question, mais il y a recueilli une collection nombreuse d'échantillons volumineux, dans laquelle j'ai trouvé d'autres roches intéressantes, dont j'ai donné déjà une courte description préliminaire¹.

Depuis cette époque, M. Seurat est rentré en France et m'a fourni quelques renseignements topographiques, qui m'avaient manqué jusqu'alors. J'ai différé jusqu'à présent la publication de la présente note, dans l'espoir d'intéresser à Tahiti quelqu'un à ces recherches, et de compléter ainsi certains des renseignements géologiques, qui vont être donnés plus loin. N'ayant pu réussir dans ce dessein, je me décide à publier ce travail, malgré les lacunes qu'il présente.

A la suite de la description de ces roches grenues, je donnerai un court aperçu de la constitution minéralogique et chimique des roches volcaniques de l'île et ferai voir qu'en outre des types basaltiques, qui paraissent dominer et qui étaient seuls connus jusqu'ici, il existe aussi des roches alcalines, des *phonolites* et des types extrêmement curieux de *hauynophyres*. Les documents étudiés proviennent, les uns des collections du Muséum [collections Vesco (1846) et Ribourd 1850]; les autres des récoltes de M. Seurat, ainsi que, de celles de M. et de Mme Brouard. Je tiens à remercier les uns et les autres de l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu se mettre à ma disposition pour ces recherches pétrographiques.

I. Données géologiques.

Les roches grenues, qui vont être décrites, appartiennent à des types variés, *syénites néphéliniques*, *monzonites néphéliniques*, *gabbros néphéliniques*, *gabbros essexitiques*, *tinguaites*, *camptonites*, etc.

J'ai recherché dans les publications, qui ont été faites sur l'Océanie, si je n'y trouverais pas trace de travaux concernant ces roches et j'ai constaté que si leur véritable nature n'a pas été reconnue, leur existence dans la vallée de Papenoo, sous forme de cailloux roulés, n'était pas restée ignorée.

1. A. LACROIX. Les roches alcalines de la province pétrographique d'Ampasindava. *Nouvelles Archives Muséum*, 4^e série, I, p. 133, 1902.

J. D. Dana a signalé en effet¹ l'existence de fragments non en place de syénites (feldspaths voisins de l'albite et hornblende) et d'une roche, qu'il a appelée basalte trachytique gris et qu'il a considérée comme intermédiaire entre le basalte commun et cette syénite.

Dans sa description de Tahiti, G. Cuzent² a écrit : « Parmi les cailloux roulés de la vallée de Pape-noo, se rencontrent quelques fragments de roches à base de feldspath et amphibole ou feldspath et pyroxène, ainsi que des débris d'une roche verte, susceptible d'un beau poli, mais dont le gisement n'est pas connu. » Cette dernière roche est évidemment la tinguaité, qui sera décrite plus loin.

Dans ses « Observations géologiques sur Tahiti et les îles basses de l'archipel des Paumotus », le général Ribourt³ a consacré les lignes suivantes à la question qui nous occupe. « Tahiti est donc d'origine volcanique, et les roches qu'on y trouve appartiennent presque exclusivement à cet ordre de terrain. Cependant, dans une excursion que j'ai faite au fond de la grande vallée de Pape-noo, j'ai trouvé sur divers points des fragments de roches granitiques à l'état de cailloux roulés ; je n'ai pas pu remonter jusqu'au gisement de ces roches, mais le point de la vallée où je les ai rencontrées m'a donné à penser que ce gisement devait se trouver au centre même de l'île, et dépendre du massif qu'on appelle Orohena ».

Ribourt, alors capitaine d'état-major, a habité Tahiti de 1849 à 1850 ; il en a rapporté une petite collection de roches, qui fait partie du Service de géologie du Muséum, où j'ai pu la consulter, grâce à l'obligeance de mon collègue M. Stanislas Meunier. Elle renferme, au milieu de nombreux échantillons de basaltes, plusieurs des roches grenues qui vont être décrites plus loin.

Il est possible que les roches grenues ne soient pas localisées à Tahiti, mais qu'elles existent aussi dans quelques-unes des îles voisines, ou tout au moins qu'il se trouve des roches grenues dans quelques-unes de celles-ci. Voici, en effet, un passage extrait d'un livre de W. Ellis⁴, qu'il faut retenir, en faisant cependant des réserves sur les dénominations pétrographiques, l'auteur, en effet, n'était pas minéralogiste et l'ouvrage en question n'est pas de nature scientifique.

1. J. DANA. U. S. Exploring Expedition during the years 1838-1842, under the command of Ch. Wilkes, X. Geology, p. 1849.

2. Tahiti, 1860, p. 24.

3. RIBOURT. Obs. géol. sur Tahiti et les îles basses de l'archipel des Paumotus. *Bull. Soc. Géogr., Paris*, (6^e), XVI, p. 22, 1878.

4. W. ELLIS. *Polynesian Researches*. London, 1831, I, p. 12.

« In Borabora, there are masses of rocks, apparently composed of feldspar and quartz ; and in Maupiti, besides the common vesicular lava and the basalt common to all the islands, a species of granite ¹ is found in considerable abundance, which presents an anomaly as striking in the geology of these islands, as that furnished by the existence of carbonate of lime in the island of Rurutu, where garnets are also obtained ».

Lorsque M. Seurat m'a communiqué ses documents, travaillait à mon laboratoire, M. le capitaine Courtet, revenant de la mission Chari-Tchad. Cet officier a passé autrefois plusieurs années à Tahiti et y a fait un relevé (resté inédit) de la vallée de Papenoo, qu'il m'a remis. Nous y avons situé les renseignements recueillis par M. Seurat. La petite carte ci-jointe (fig. 1) est la réduction de ce document, que notre confrère, M. Desbuissons, a bien voulu mettre au net.

La vallée de Papenoo, la plus importante de Tahiti, est une grande coupure, de direction sensiblement Nord-Sud, au fond de laquelle coule la rivière Vai-Tuoru ; il est assez difficile de la remonter ; elle est en effet, extrêmement encaissée et envahie par la luxuriante végétation tropicale. Son lit est en outre encombré de blocs de basalte et des roches grenues qui nous occupent. La description, que m'en a donnée M. Seurat, m'a rappelé certaines vallées étroites de la Martinique.

Les basaltes en coulées, ou en filons, les conglomérats et les tufs basaltiques constituent exclusivement les falaises, qui encaissent cette vallée, jusqu'à environ 15 km. de la mer. Tous les ruisseaux descendant des vallées secondaires, qui y aboutissent, ne roulent jusqu'en ce point que des galets de basalte ; mais, à partir de là et pour préciser, un peu avant d'arriver au confluent de la rivière principale avec la Vai-Navenave, l'un de ses affluents de droite, son lit est encombré d'énormes blocs de roches grenues à néphéline, qui paraissent en place. Les berges sont cependant encore constituées par des tufs et des conglomérats basaltiques, recouverts par une coulée de basalte. La vallée a, en ce point, une

1. Je viens de recevoir de M. Brouard une collection de roches, qu'il a bien voulu me faire recueillir dans l'île ; elle renferme plusieurs des types décrits dans cette note, avec, en outre, un échantillon d'un *granite* rose à biotite, étiqueté, Tautira ; c'est le nom d'une localité située dans la partie septentrionale de la presqu'île de Taïarapu (sur la petite pointe visible sur le contour de droite de la fig. 1), mais comme elle est sur le bord de la mer, et que je n'ai pas de renseignements sur le point où a été recueilli cet échantillon, il est à craindre qu'il ait été apporté comme lest par un bateau. Aussi n'en ferai-je pas état, jusqu'à ce que j'aie reçu à son sujet les informations que j'ai demandées. S'il provient du sol de l'île, il y aurait là un fait d'une grande importance, sur lequel je ne manquerai pas de revenir ultérieurement.

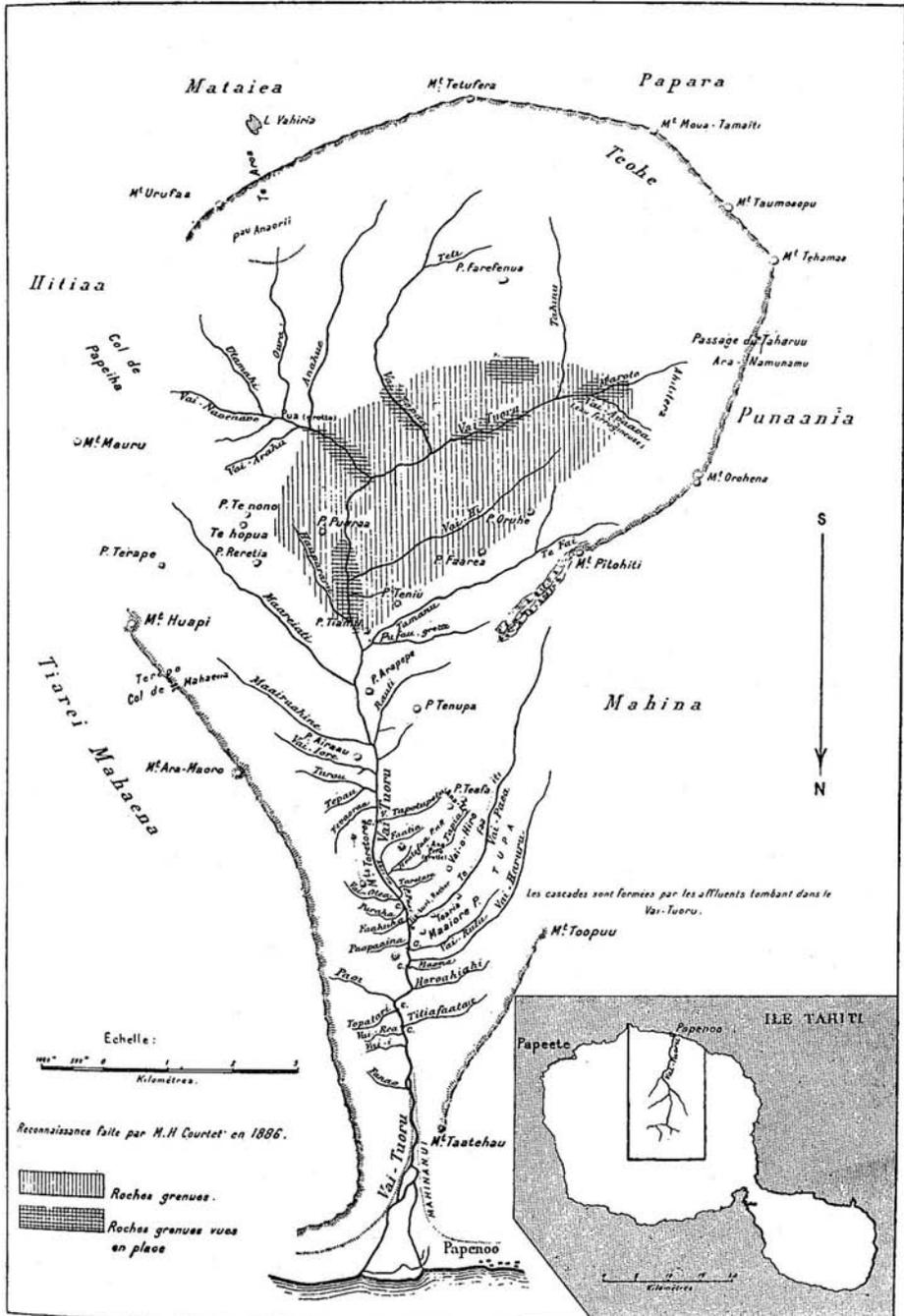


FIG. 1. — Carte de la Vallée de Papeete à Tahiti. Tout est volcanique à l'exception de la portion en hachures.

direction NE.-SW. et le pic de Tetuferu (1800 m.) se dresse au fond du paysage.

Le lit de la Vai-Navenave est rempli d'un mélange de blocs de syénites et de basaltes. Ça et là, les blocs de roches néphéliniques ont plus de 10 mètres de côté; ils paraissent être en place. A 1 km. environ du confluent, ils disparaissent et sont remplacés par du basalte. Un autre affluent de droite de la Vai-Tuoru, le Tehoi, présente les mêmes particularités.

Plus en amont, la rive droite du Vai-Tuoru (et en particulier le piton de Teti), jusqu'au confluent de la rivière avec son affluent de gauche le Maroto, est constituée par les mêmes roches néphéliniques, recouvertes ça et là par des basaltes. En remontant pendant quelque temps le lit du Maroto, M. Seurat n'a pas tardé à voir disparaître complètement les roches de couleur claire, le haut de la vallée étant uniquement constitué par du basalte.

En résumé, il résulte des recherches de M. Seurat que la basse vallée du Vai-Tuoru est constituée uniquement par des coulées et des produits de projection basaltiques, que son cours supérieur, à partir de 15 km. de la côte et le cours inférieur de ses affluents de droite, la Vai-Navenave et le Tehoi, et de son affluent de gauche, le Maroto ¹, traversent un massif néphélinique, qui paraît mesurer environ 5 km. \times 2 à 3 km. (fig. 1). Ces roches sont localement recouvertes par des basaltes, qui forment exclusivement les hautes falaises dominant le fond de la vallée et constituent l'arête centrale de l'île.

L'épaisseur de la végétation a empêché à M. Seurat de démêler les relations mutuelles des différentes roches qu'il a recueillies, mais l'examen des blocs qu'il m'a envoyés permet d'affirmer que les roches gabbroïques sont les plus anciennes. Elles se trouvent en enclaves dans plusieurs échantillons de syénites, que j'ai entre les mains et je donne ici (pl. III, fig. 1) la photographie d'un fragment du gabbro néphélinique, traversé par un filon mince de syénite néphélinique à biotite. J'ai plusieurs blocs semblables. La même planche représente d'autre part (fig. 2) un bloc de camptonite, englobant des fragments de monzonite néphélinique.

La planche IV fait voir un filonnet de syénite néphélinique traversant une monzonite néphélinique et englobant des fragments de roches basiques.

Il eût été intéressant de pouvoir définir plus complètement les relations mutuelles des syénites et des monzonites néphéliniques.

1. Une source d'eau ferrugineuse se trouve dans cette vallée.

A Madagascar, où l'on rencontre associés des types extrêmement analogues, la monzonite néphélinique constitue en général un faciès de variation de la syénite néphélinique, qui est le type prédominant. A Tahiti, peut-être la monzonite néphélinique joue-t-elle le rôle principal.

Une autre question importante serait à discuter, c'est celle de savoir si les roches grenues, qui nous occupent, constituent les traces d'un substratum plus ou moins ancien¹ de l'île, ou si, au contraire, elles forment des masses intrusives dans la série basaltique, à la façon des gabbros des Hébrides et aussi des roches monzonitiques que j'ai récemment trouvées dans la brèche andésitique pliocène du Cantal. Malheureusement, je ne puis que poser ce problème, M. Seurat m'a dit n'avoir pas vu de blocs de couleur claire dans les tufs basaltiques, mais des recherches précises seraient nécessaires pour élucider ce problème.

En ce qui concerne les roches volcaniques, aucune observation n'a été recueillie sur l'âge relatif des divers types rencontrés, *phonolites, hauynophyres, basaltes et picrites*.

II. Roches grenues.

1° SYÉNITES NÉPHÉLINIQUES.

a. *Syénites néphéliniques à augite et biotite*. — Ces roches sont à grains fins, de couleur gris clair ; leur composition minéralogique est simple : feldspaths alcalins, néphéline et sodalite, augite, biotite et titanomagnétite, un peu de sphène.

Le feldspath est soit de l'orthose homogène, soit de l'anorthose à macles de l'albite extrêmement fines ; peut-être faut-il considérer ce que j'appelle de l'orthose comme de l'anorthose, dont les macles seraient ultramicroscopiques. L'augite est d'un gris légèrement rosé, elle prend parfois une teinte un peu verdâtre, et, quand les deux couleurs sont réunies dans le même cristal, il en résulte des individus zonés. Le pyroxène est toujours automorphe, quelquefois cristallitique. La biotite brune forme parfois des plages déchiquetées ; de même que l'augite, elle est très fréquemment associée à la titanomagnétite et l'on trouve plus de cristaux de ce minéral englobés par les deux silicates colorés que de cristaux indépendants.

Le sphène paraît être, au moins en partie, le résultat de la transformation de la titanomagnétite.

1. A Madagascar, l'âge exact des roches néphéliniques similaires n'a pas été précisé ; on sait seulement qu'elles métamorphisent des assises d'âge au moins liasique et peut-être jurassique supérieur d'après M. Paul Lemoine.

La proportion d'éléments colorés n'est jamais considérable, mais elle est variable; quand elle devient plus grande, on voit apparaître quelques plagioclases du groupe du labrador, maclés suivant les lois de l'albite et de la péricline, qui, le plus généralement, sont cerclés de feldspaths alcalins.

Les feldspathoïdes sont d'ordinaire assez frais, piquetés seulement çà et là de muscovite et de calcite.

La structure est en moyenne grenue; la plus grande partie de la sodalite et de la néphéline est alors automorphe et entourée par les feldspaths, plus rarement par la biotite ou la titanomagnétite. Dans quelques échantillons, on observe une tendance à l'aplatissement des feldspaths; c'est particulièrement le cas réalisé dans les types contenant des plagioclases et il en résulte une évolution vers les monzonites néphéliniques. Ces variétés, un peu plus foncées que le type moyen, forment des traînées au milieu de celui-ci.

Ce type de syénite constitue des filons de quelques centimètres dans les gabbros essexitiques. Quelques-uns de ceux-ci sont presque entièrement dépourvus de biotite; leur structure tend à devenir microgrenue, mais il reste toujours quelques cristaux plus grands de feldspath, jouant le rôle de phénocristaux. La roche qui les constitue peut être comparée aux aplites néphéliniques du Brésil et de Madagascar.

L'analyse *a* a été faite par M. Pisani sur le type le plus riche en biotite. Je donne en outre les analyses de diverses roches pouvant lui être comparées. *b*) *borolanite* du lac Borolan par Player (in HORNE and TEALL. *Tr. R. Soc. Edinburgh*, XXXVI, p. 178. 1893); *c*) *trachyte micacé* (pollenite) de la Somma; *d*) *microsyénite à pseudoleucite* de la Somma; *e*) *leucittéphrite à grosses leucites* du même gisement. Les analyses faites par M. Pisani sont extraites de mon mémoire sur la dernière éruption du Vésuve (*Nouv. Arch. Muséum* IX, p. 153. 1907).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
SiO ₃	52,25	47,8	53,13	53,30	51,71
Al ₂ O ₃	18,70	20,1	19,90	21,30	20,27
Fe ² O ₃	2,55	6,7	1,09	1,40	1,57
FeO.....	3,69	0,8	2,93	2,92	3,26
MgO.....	1,78	1,1	3,15	0,90	2,21
CaO.....	3,95	5,4	5,46	6,30	6,66
Na ₂ O.....	5,10	5,5	5,92	5,83	4,91
K ₂ O.....	6,62	7,1	6,63	8,17	7,39
TiO ₂	2,29	0,7	0,42	0,50	0,83
P ₂ O ₅	0,20	»	»	»	»
Cl.....	»	»	0,33	0,03	0,45
H ₂ O.....	2,75	2,4	0,54	0,75	0,71
	<u>99,88</u>	<u>99,6¹</u>	<u>99,50</u>	<u>100,40</u>	<u>99,97</u>

1. Y compris 0,8 BaO; 0,8 MnO; 0,4 SO₃.

Toutes ces roches se rapportent au même type chimicominéralogique, la *borolanose* (II. 6. 2. 3). La caractéristique différentielle de ce type de syénite réside dans ce qu'en poids, la potasse l'emporte sur la soude, alors que l'inverse a lieu dans toutes les autres roches de Tahiti : cela explique sa parenté avec les roches leucitiques, dont la composition vient d'être rappalée.

b. *Syénites néphéliniques à augite et amphibole*. — Ces roches sont à plus gros éléments que les précédentes : elles en diffèrent en outre à la fois par leur composition minéralogique et par leur structure. La biotite n'y existe que comme produit secondaire ; le feldspath alcalin prédominant est l'anorthose. L'augite est plus violacée et plus allongée suivant l'axe vertical et lorsqu'elle se modifie sur les bords, plus verte ; elle est fréquemment faculée de biotite et ce minéral la transforme peu à peu périphériquement.

Le minéral caractéristique de ce type est la hornblende brune, que nous allons retrouver dans les roches suivantes, où je l'étudierai ; un peu d'amphibole verte secondaire épigénise parfois les bords de l'augite. Enfin, la titanomagnétite est peu abondante, alors que le sphène primaire en gros cristaux, maclés suivant h^1 (100), existe en grande quantité.

Au point de vue de la structure, la roche est foyaïtique : suivant que les feldspaths plus ou moins aplatis sont entrecroisés ou disposés sans ordre, les feldspathoïdes sont automorphes ou au contraire moulent ces feldspaths. Un peu d'analcime, de calcite, beaucoup de paillettes de muscovite (dans les feldspathoïdes), de biotite (autour des pyroxènes) constituent les produits d'altération qui, dans cette roche, sont assez nombreux, ainsi qu'en témoigne la perte au feu élevée dans l'analyse donnée plus loin.

L'apparition de labrador établit le passage aux monzonites néphéliniques.

Dans un échantillon seulement, j'ai observé des traces manifestes d'actions mécaniques, consistant en traînées, le long desquelles tous les éléments de la roche sont broyés sans qu'il se soit produit de minéral secondaire autre qu'un peu d'analcime.

Quelques échantillons renferment çà et là des taches, des traînées grises, qui ont la même composition minéralogique que le reste de la roche, mais possèdent une structure plus ou moins finement grenue ; c'est là un fait analogue à celui que j'ai observé dans certaines syénites néphéliniques de Madagascar.

La composition chimique de cette roche est la suivante :

SiO ²	51,31
Al ² O ³	20,70
Fe ² O ³	3,40
FeO.....	2,50
MgO.....	1,02
CaO.....	3,57
Na ² O.....	6,50
K ² O.....	5,38
TiO ²	1,92
H ² O.....	3,85
	99,85

Cette roche se rapporte à l'*essexose* (II. 6. 2. 4), comme les monzonites néphéliniques, étudiées plus loin, qui sont cependant plus riches en chaux et en magnésie.

2° MONZONITES NÉPHÉLINIQUES.

Étant données l'abondance et les dimensions des échantillons que j'ai reçus, il ne me paraît guère douteux que ces roches ne soient le type grenu dominant de la vallée de Papenoo; elles présentent un aspect des plus caractéristiques, qui rappelle à s'y méprendre celui des monzonites néphéliniques de Madagascar. Sur un fond blanc de feldspaths et de feldspathoïdes, se détachent de nombreuses aiguilles d'amphibole noire, atteignant fréquemment 1 cm. de longueur sur 1 ou 2 de diamètre; des variétés pegmatoïdes de la roche renferment des cristaux du même minéral, ayant jusqu'à 4 ou 5 cm.

Les minéraux sont les mêmes que dans la syénite précédente, mais ils présentent quelques particularités spéciales. L'augite titanifère est franchement violacée et se transforme sur les bords en véritable augite ægyrinique. L'amphibole est très allongée suivant l'axe vertical; ses cristaux sont limités par les faces m (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a^1 ($\bar{1}01$); son extinction dans g^1 (010) est de 15° environ. Le pléochroïsme est intense, mais se fait dans des couleurs différentes dans le centre et la périphérie, qui a subi une transformation progressive.

<i>Centre</i>	<i>Périphérie</i>
n_g = jaune brun	vert sale
n_m = brun jaune	brun vert
n_p = jaune pâle	brunâtre

Dans les deux cas, on observe : $n_g > n_m > n_p$.

La biréfringence est plus forte dans la partie verte que dans la brune; il existe aussi des différences dans l'écartement des axes

optiques qui est variable d'ailleurs : il est voisin de 100° (2 E) dans les régions brunes et peut devenir presque nul dans la zone verte dans laquelle la dispersion est forte. Il en résulte que dans les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë négative la bordure des cristaux est presque toujours éteinte. L'amphibole brune appartient au groupe de la barkévécite ; par la petitesse de l'angle de ses axes et par sa couleur, le type périphérique se rapproche d'une amphibole sodique connue dans diverses syénites néphéliniques (Montréal, Pouzac).

Le feldspath alcalin est de l'orthose ou de l'anorthose, souvent dépourvue de facules. Le plagioclase très abondant, maclé suivant les lois de l'albite et de Carlsbad, est toujours basique et appartient au labrador ou à la bytownite ; il sert de centre aux grandes plages de feldspath alcalin, qui sont orientées sur lui, aussi les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë permettent-elles de déterminer avec précision la position du pôle du plagioclase conjugué.

Le sphène est constant et abondant ; il a toujours des formes nettes. Dans un des échantillons que j'ai étudiés, il présente un genre de pseudomorphose, qui mérite d'être signalé. Ses contours sont constitués par des cristaux (p , $b^{1/2}$) bleus d'*anatase*, qui forment aussi des grappes au milieu du squelette du sphène, rempli par de la calcite, qui déborde en dehors de la pseudomorphose. On peut suivre tous les intermédiaires entre le sphène intact et des pseudomorphoses complètes. Ce genre de transformation ne semble pas avoir été observé jusqu'ici dans le sphène des roches alcalines.

L'apatite est très abondante en longs cristaux, parfois creux, pouvant atteindre plusieurs millimètres et se trouvant fréquemment inclus dans le sphène, le pyroxène et l'amphibole.

Quant à la néphéline et à la sodalite, souvent intactes, d'autres fois en voie de transformation en muscovite, elles forment d'ordinaire des cristaux automorphes.

La structure de cette roche varie entre la grenue et la foyaïtique ; cette dernière s'observe surtout dans les types à grains fins de passage à la syénite. Les feldspaths sont les derniers éléments cristallisés. Les minéraux colorés ont une grande tendance à se grouper par paquets au lieu d'être indépendants les uns des autres, comme dans les syénites.

Il me reste, en dernier lieu, à signaler la fréquence de l'analcime, qui apparaît comme le minéral le plus récent, surtout dans les types à faciès foyaïtique. Dans les roches à gros éléments, elle est parfois macroscopique et se distingue alors des autres minéraux par sa limpidité et son absence de couleur.

Je donne en *a* l'analyse de la monzonite néphélinique, en *b* celle d'une *syénite néphélinique*, très riche en barkévécite de Nosy Komba (Madagascar), *c* et *d* de monzonites néphéliniques de la même région. Ces analyses, faites par M. Pisani, sont extraites de mes mémoires des *Nouvelles Archives du Muséum*. Enfin en *e* se trouve l'analyse de l'essexite de Salem Neck (Essex County, Mass.), par M. Dittrich (*in* ROSENBUSCH. Elemente der Gesteinslehre, p. 196, 1910).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
SiO ²	47,50	51,10	48,50	46,40	47,94
Al ² O ³	19,97	21,10	21,30	21,60	17,44
Fe ² O ³	3,39	0,91	0,95	4,07	6,84
FeO.....	4,74	5,58	5,49	4,95	6,51
MgO.....	3,60	2,81	4,10	2,75	2,02
CaO.....	6,92	5,35	7,42	8,44	7,47
Na ² O.....	5,25	6,35	4,85	6,29	5,63
K ² O.....	3,47	4,21	3,21	2,71	2,79
TiO ²	2,96	1,38	1,72	1,57	0,20
P ² O ⁵	0,44	»	»	0,26	1,04
Cl.....	»	tr.	»	»	»
H ² O.....	2,25	0,87	2,12	1,25	2,04
	<u>100,49</u>	<u>99,66</u>	<u>99,66</u>	<u>100,29</u>	<u>99,92</u>

Toutes ces roches sont à rapporter à l'*essexose* (II. 6. 2. 4).

3° GABBROS NÉPHÉLINIQUES (théralites).

Ces roches, elles aussi, présentent une grande ressemblance avec les types similaires de Madagascar; elles sont à grains moyens et riches en minéraux colorés.

L'examen microscopique y montre, en plus des minéraux de la roche précédente, de l'olivine et beaucoup de biotite, en moins le sphène et le feldspath alcalin, sauf dans des termes de passage avec les monzonites. L'olivine est généralement arrondie, l'augite au contraire, automorphe, ainsi que la biotite, tandis que la barkévécite, d'ordinaire peu abondante, forme souvent des facules ou des plages irrégulières dans le pyroxène. La biotite est d'un brun rouge extrêmement foncé, l'écartement des axes (2 $\frac{1}{2}$ E) atteint 40°; le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). Elle forme aussi quelquefois des groupements dentelliformes dans le pyroxène; celui-ci, souvent maclé suivant h^1 (100), est de l'augite titanifère, très nettement pléochroïque dans les teintes violette et jaune verdâtre.

Le plagioclase est une bytownite, zonée sur les bords de types acides et parfois même d'anorthose; des cristaux aplatis suivant g^1 sont empilés les uns sur les autres; ils englobent, au moins en partie, les éléments colorés et sont eux-mêmes moulés

par de grandes plages de néphéline et de sodalite. Dans certaines variétés à moins grands éléments, ces feldspaths prennent une structure ophitique. Quand ces roches sont très riches en éléments ferromagnésiens, et qu'elles contiennent de l'anorthose, elles passent aux essexites grenues.

La composition *a* est celle du gabbro à néphéline.

Je donne en *b* celle de la même roche, provenant de Nosy Komba (*Nouv. Arch. Muséum*, op. cit.); ces deux analyses sont dues à M. Pisani; en *c*) l'analyse d'un *gabbro à hornblende* de Salem Neck (Essex County), par M. Washington (*J. of Geol.*, VII, p. 63, 1893).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
SiO ²	45,10	46,60	45,32
Al ² O ³	19,30	18,20	18,99
Fe ² O ³	1,55	} 6,80	3,78
FeO.....	8,70		9,78
MgO.....	5,30	5,97	4,68
CaO.....	9,81	13,40	9,19
Na ² O.....	4,32	4,42	3,78
K ² O.....	1,58	1,45	2,12
TiO ²	3,49	2,98	1,94
P ² O ⁵	0,57	n. d.	»
H ² O.....	0,75	0,93	0,40
	<u>100,47</u>	<u>100,75</u>	<u>99,98</u>

Ces roches sont à rapporter au type *salemosé* (II. 6. 3. 4).

4° GABBROS ESSEXITIQUES.

Le terme le plus basique de cette série est constitué par une roche ne différant guère par ses caractères extérieurs de la précédente, sauf dans le cas où il s'y présente en abondance de grandes plages d'amphibole noire, atteignant 1 cm. de côté. La structure grenue s'accroît; l'augite, l'olivine et la hornblende, parfois accompagnées de biotite, deviennent les éléments prédominants; elles sont généralement dépourvues de formes géométriques. Le feldspath est de la bytownite ou du labrador-bytownite; il n'existe ni orthose, ni feldspathoïdes. La titanomagnétite et l'apatite sont abondantes.

Cette roche a été rencontrée en gros blocs, traversés par des veines d'aplite néphélinique; elle est identique à tous égards à celle de la région d'Ampasindava, que j'ai décrite antérieurement sous le nom de *gabbro dioritique*. Il me semble préférable aujourd'hui de la désigner sous le nom de *gabbro essexitique*, pour rappeler ses affinités avec les roches de la famille des monzonites néphéliniques. Je donne ci-contre en *a*

l'analyse de la roche de Tahiti et en *b* celle de Madagascar empruntée à un mémoire antérieur. Toutes deux ont été effectuées par M. Pisani.

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO ²	41,50	45,40
Al ² O ³	12,31	18,60
Fe ² O ³	5,20	0,77
FeO.....	8,46	6,70
MgO.....	11,29	7,45
CaO.....	14,05	13,20
Na ² O.....	2,06	2,31
K ² O.....	0,48	1,25
TiO ²	4,78	2,82
P ² O ⁵	0,06	»
H ² O.....	0,50	1,00
	100,69	99,50

Ces deux roches se rapportent à la même case vide de la classification chimicominéralogique (II. 6. 4. 3) ; je propose de les désigner sous le nom de *papenoose*.

5° PHÉNOMÈNES DE CONTACT DES SYÉNITES NÉPHÉLINIQUES.

a. Contacts avec les gabbros. — J'ai étudié plusieurs blocs à grands cristaux d'amphibole, traversés par des filons ou des filonnets de syénite néphélinique à biotite, atteignant un décimètre ou ayant moins d'un centimètre d'épaisseur. La structure de la syénite, surtout quand les filons sont de petite dimension, a une tendance à devenir microgrenue.

Plusieurs des blocs atteignent la grosseur de la tête ; dans toute sa masse le gabbro se montre transformé ; loin du contact seuls la hornblende et le mica présentent des modifications que, par analogie avec ce qui est connu dans les enclaves similaires des roches volcaniques, on doit considérer comme dues uniquement à des actions calorifiques. Ces minéraux sont simplement cerclés de magnétite, seule ou associée à de petits grains d'augite.

Au contact immédiat, il existe toujours des traces de phénomènes dynamiques ; tous les éléments normaux de la syénite sont plus ou moins brisés et en quelque sorte dissociés par un mélange très finement grenu d'orthose et de néphéline, qui s'insinue aussi dans toutes leurs fentes. Il est possible de suivre la continuité de ces filonnets avec la syénite, dont ils ne diffèrent que par la diminution progressive des éléments et par l'abondance de magnétite entourée de larges croûtes de biotite néogène.

Les minéraux du gabbro subissent, en outre, des modifica-

tions plus ou moins complètes ; l'épigénie progressive de la biotite, de l'amphibole en augite et magnétite est constante et la proportion d'augite beaucoup plus grande que loin du contact ; les cristaux d'olivine sont cerclés par un mélange de grains plus gros d'augite et de magnétite ; souvent ce dernier minéral moule le pyroxène. Ces pseudomorphoses du périclote, dont il est possible de suivre les étapes successives, permettent d'expliquer une particularité, qui sera étudiée plus loin dans un autre contact.

Quand un feldspath est brisé, à son contact avec la microsyténite injectée, ses bords sont souvent cicatrisés par de l'orthose néogène.

Lorsque l'injection est intense, les débris de la roche ancienne flottent dans une grande quantité de magma microsyténitique et ils simulent des phénocristaux très corrodés d'une roche porphyrique.

Cet envahissement d'une roche solidifiée par un magma fluide rappelle les faits que j'ai observés¹ dans l'étude des matériaux de construction andésitiques constituant les murs de Saint-Pierre à la Martinique, fondus par le grand incendie consécutif à la destruction de la ville par l'éruption de la Montagne Pelée, en 1902.

Des moellons d'andésite à hypersthène étaient réunis par du mortier fait avec de la chaux de Polypiers et du sable volcanique, riche en titanomagnétite et en hypersthène. Le mortier a joué le rôle de fondant et par sa fusion avec les moellons voisins a donné naissance à un magma très fluide, qui a coulé et s'est consolidé sous forme de stalactites. On y retrouve, à peine corrodés, les phénocristaux de l'andésite (hypersthène, plagioclases zonés), englobés par un mélange très cristallin de plagioclases basiques et d'augite titanifère : une pâte basaltique s'est donc substituée à une pâte andésitique sans modifications profondes des phénocristaux.

Pour revenir aux contacts de Tahiti, on voit qu'ils sont caractérisés par des actions mécaniques limitées au contact immédiat, par des actions chimiques et calorifiques s'observant également au voisinage immédiat du magma injecteur, alors que les actions calorifiques seules sont observables à un décimètre de celui-ci.

b. *Injection de syénite néphélinique dans des brèches.* — Les brèches, dont il s'agit (pl. IV) sont surtout constituées par des blocs de monzonites néphéliniques (a) et par de petits fragments anguleux

1. A. LACROIX. La Montagne Pelée et ses éruptions. Paris, 1904, p. 679.

de diverses roches microlitiques (*e*), parmi lesquelles se remarque 1° une sorte d'andésite à hornblende (grands microlites de plagioclases acides, granules de magnétite, avec quelques phénocristaux de hornblende), que je n'ai pas vue ailleurs ; 2° le microgabro du deuxième type décrit plus loin.

Cette brèche est traversée par une veine de syénite néphélinique, à disposition symétrique, ayant environ un à deux cm. de diamètre et rappelant les veinules que j'ai signalées à Madagascar dans un contact de cette même roche avec des brèches calcaires. Cette veine, représentée au milieu de la planche IV, est grise sur ses bords (*c*), blanche dans sa partie axiale. Sur les bords, elle est constituée par de l'orthose très aplatie suivant g^1 , implantée sur les parois. Les lames de ce feldspath renferment dans leurs intervalles un peu de néphéline et d'augite ægyrinique, qui leur sont par suite postérieures. La partie axiale de la veine est constituée par des cristaux moins aplatis et enchevêtrés d'une microperthite d'orthose et d'albite, englobant des cristaux automorphes d'augite ægyrinique et de néphéline (en voie de transformation en calcite), de sphène et de titanomagnétite. Les intervalles microlitiques de ces feldspaths sont partiellement remplis par de l'analcime.

Par places, ces veines syénitiques sont séparées de la brèche par une zone de même composition, mais microlitique ; il en part des apophyses de quelques millimètres d'épaisseur (on en voit une en *d* sur la planche IV) ; les unes serpentent dans la brèche en conservant des contours nets, alors que les autres (*g*) ont fusé entre les éléments de celle-ci, les moulant, s'injectant même dans leurs fissures capillaires, ce qui implique une extraordinaire fluidité. Toutes ces apophyses sont caractérisées par l'aplatissement très marqué des feldspaths, qui deviennent parfois extrêmement petits ; la roche est alors une sorte de phonolite, à éléments très fins, enchevêtrés.

Les fragments de monzonite de la brèche ont subi des modifications du même ordre que celles indiquées plus haut : transformation de l'amphibole, bordure orientée de l'orthose néogène autour des feldspaths anciens, surtout dans les petits fragments noyés au milieu de la masse injectée.

Les roches microlitiques, probablement plus poreuses, ont subi des transformations en général plus profondes. L'amphibole a souvent entièrement disparu ; elle est remplacée par le mélange grenu d'augite et de magnétite, qui envahit toute la roche. Dans quelques échantillons cependant, la biotite est seulement ponctuée de magnétite.

III. Roches microgrenues ou microlitiques en relation avec les roches grenues (Roches filoniennes).

Il est possible de donner la démonstration directe du mode de gisement de quelques-unes des roches que je désigne sous cette rubrique, puisque je possède des blocs de syénites ou de monzonites traversés par elle sous forme de minces filonnets. Mais il en est d'autres, pour lesquelles on ne peut juger que par analogie.

Ces roches sont à rapporter au groupe des tinguaïtes et à celui des camptonites-monchiquites.

1° TINGUAÏTE.

Cette roche paraît être assez abondante dans la vallée de Papenoo sous forme de blocs compacts, très durs, résistant mieux à l'altération que les roches basiques qui l'accompagnent. Sa couleur est le vert poireau ; sur sa cassure inégale, on ne distingue à l'œil nu que de rares phénocristaux de feldspath.

L'examen microscopique montre un feutrage d'aiguilles d'ægyrine extrêmement fines, enveloppées par de petites plages irrégulières de néphéline et d'orthose, qu'il est difficile de distinguer avec précision les unes des autres autrement que par l'attaque à l'aide d'un acide. Quelques rares phénocristaux de néphéline et d'orthose, ces derniers, maclés suivant la loi de Carlsbad, complètent cette roche, qui contient très exceptionnellement des microlites d'amphibole brune et quelques phénocristaux de sphène de petite taille. L'analcime secondaire remplit des cavités.

Mes échantillons ont tous été recueillis dans la vallée de Papenoo ; M. Courtet m'a parlé d'une roche, qui l'avait jadis frappé par sa couleur et sa compacité et qui appartient probablement au même type ; elle se trouverait en abondance dans la vallée de Vai-Pupu, aboutissant à la pointe Vénus, c'est-à-dire à l'Ouest de la vallée de Papenoo, mais aucun échantillon n'en a été recueilli.

	a	b	c	d	e
SiO ²	56,40	58,10	58,61	58,25	52,60
Al ² O ³	21,41	21,10	21,80	21,00	22,80
Fe ² O ³	1,04	2,36	1,76	0,48	2,43
FeO.....	1,50	1,77	1,77	3,22	2,00
MgO	0,51	0,73	0,62	0,99	1,09
CaO.....	0,96	0,66	0,30	1,60	1,67
Na ² O.....	9,61	7,81	9,43	8,01	9,42
K ² O.....	5,36	5,51	5,21	5,86	5,21
TiO ²	0,25	0,06	»	0,06	0,26
Cl.....	tr.	tr.	tr.	tr.	»
H ² O.....	2,50	1,75	0,75	0,62	2,12
	<u>99,54</u>	<u>99,85</u>	<u>100,27</u>	<u>100,09</u>	<u>99,60</u>

En regard de la composition chimique (*a*) de cette tinguaitte, je donne celle *b*, et *c*, de deux *syénites néphéliniques*, *d*, d'une *microfoyaite* et *e*, d'une *tinguaitte* de la région d'Ampasindava, toutes à égyptine; ces analyses sont empruntées à mes deux mémoires antérieurs, dans lesquels sont donnés d'autres résultats similaires, obtenus également par M. Pisani.

Ces roches sont à rapporter à la *miaskose* (I.6.1.4).

2° CAMPTONITES, MONCHIKUITES.

Ces roches ont un faciès basaltique, mais paraissent très cristallines, même à l'œil nu. Elles ont pour caractéristique commune de renfermer en extrême abondance des microlites allongés de l'amphibole qui caractérise les roches grenues; celle-ci s'y trouve parfois en moins grande quantité sous forme de phénocristaux; elle est ou non accompagnée de microlites et de phénocristaux d'augite, violacée; enfin, la titanomagnétite est abondante. Suivant les échantillons, ces divers microlites sont extrêmement fins ou atteignent quelques dixièmes de millimètre de longueur.

La caractéristique différentielle des camptonites et des monchiquites réside dans ce que les premières renferment des microlites de plagioclases généralement basiques, et les secondes seulement une pâte d'analcime; il existe des passages entre ces deux types. Comme certaines des roches de Madagascar que j'ai antérieurement décrites, beaucoup de celles qui nous occupent contiennent des traces d'un élément blanc disparu, qui, par sa structure fibreuse, rappelle la néphéline altérée des roches grenues.

Quelques types renferment exceptionnellement de rares phénocristaux de bytownite.

Ces roches basiques sont beaucoup moins fraîches en moyenne que les précédentes; elles renferment des cavités remplies de calcite et de diverses zéolites (christianite, mésotype, chabasie, etc.).

Un échantillon de camptonite englobe une très grosse enclave à faciès gabbroïque; elle est essentiellement constituée par de grands cristaux de bytownite maclés suivant les lois de l'albite, de Carlsbad, de la péricline et de Baveno et présentant des formes extérieures distinctes; ils sont accompagnés de non moins gros octaèdres de titanomagnétite. Tous les intervalles de ces deux minéraux sont remplis par de grands microlites cristallitiques, parfois groupés à axes parallèles, d'amphibole brune et d'un

plagioclase voisin de l'andésine ; il semble avoir existé un peu de verre, actuellement transformé en analcime, en calcite ou en une chlorite à allongement positif et à biréfringence de clinocllore. La netteté des formes de ces feldspaths basiques, quelquefois bordés par une fine zone acide, ne permet pas de considérer cette roche comme un gabbro, qui aurait été en partie refondu ; je la regarde comme une enclave homoeogène synmorphie de la camptonite.

La composition chimique de cette dernière est la suivante :

SiO ²	46,10
Al ² O ³	19,91
Fe ² O ³	2,75
FeO.....	5,02
MgO.....	3,30
CaO.....	6,95
NaO ²	6,10
K ² O.....	3,62
TiO ²	3,02
P ² O ⁵	0,25
H ² O.....	2,99
	<hr/>
	100,01

Cette roche présente une grande analogie chimique avec la monzonite néphélinique ; comme celle-ci, elle se rapporte à l'*essexose* (II.6.2.4).

3° MICROGABBROS.

Je désigne sous ce nom des roches offrant deux types. L'un a l'aspect extérieur d'un basalte riche en phénocristaux d'augite ; il forme des veines dans un gabbro essexitique.

Ce microgabbro renferme de nombreux phénocristaux d'augite et d'olivine automorphes, quelques grands microlites, plutôt que des phénocristaux de labrador. Ces minéraux sont disséminés dans une pâte très finement grenue, constituée par de petits grains d'augite et de magnétite prédominants, englobés par un peu d'un plagioclase trop petit pour pouvoir être déterminé. Enfin, dans cette pâte, sont disséminées en grande abondance des paillettes poecilites de biotite. L'analyse de cette roche est donnée plus loin et l'on verra qu'elle montre une composition chimique presque identique à celle du gabbro essexitique.

La roche, qui vient d'être décrite, renferme des enclaves d'une autre variété de microgabbro, qui, à l'œil nu, ressemble à une diorite à grains très fins. On y distingue au microscope des grains d'olivine, qui sont tous entourés d'une auréole d'augite, de l'augite en cristaux indépendants, du labrador aplati, de la titanomagnétite entourée de biotite et enfin des lamelles indépendantes de bio-

tite; l'augite moule ophitiquement les microlites de feldspath, mais sans jamais constituer de grandes plages; cette roche doit être un débris de filon ou une forme de bordure du gabbro essexitique.

L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur le premier type de microgabbro.

SiO ²	44,26
Al ² O ³	13,32
Fe ² O ³	4,60
FeO.....	8,19
MgO.....	9,42
CaO.....	10,95
Na ² O.....	2,40
K ² O.....	0,99
TiO ²	5,02
P ² O ⁵	0,45
H ² O.....	0,37
	<hr/>
	99,97

Cette composition range ce gabbro dans la *camptonose* (III.5. 3.4), type chimicominalogique réalisé par un grand nombre de gabbros, de basaltes, etc.

4° PHÉNOMÈNES DE CONTACT DES ROCHES PRÉCÉDENTES.

Les échantillons de gabbro en contact avec le microgabbro et ceux de monzonite néphélinique en contact avec des camptonites présentent des phénomènes métamorphiques, qui sont comparables à ceux décrits dans le paragraphe des syénites, mais ils sont limités à des actions calorifiques.

a. *Contact du microgabbro et du gabbro.* — A un décimètre du contact, l'amphibole, le mica et l'olivine présentent les modifications décrites plus haut. Au contact immédiat, la fusion et la recristallisation sont presque complètes, l'agrégat néogène finement grenu d'augite et de magnétite s'est en outre introduit sous forme de filonnets dans toutes les fentes des minéraux non transformés et particulièrement dans celles des feldspaths. Dans quelques échantillons, les plages de mica et d'amphibole incomplètement transformées renferment des agrégats d'augite moulée par de la magnétite, rappelant un peu certains chondres de météorites; par analogie avec les échantillons décrits page 105, ils doivent être, sans aucun doute, considérés comme le résultat d'une transformation totale de l'olivine.

b. *Contact des camptonites et des monzonites néphéliniques.* — J'ai examiné des plaques taillées au contact d'enclaves de monzonites néphéliniques et de camptonites (pl. III, fig. 2); elles montrent que ces dernières roches possédaient une extrême fluidité au moment de leur mise en place; elles ont envoyé en effet dans les enclaves; des veinules de quelques millimètres d'épaisseur et celles-ci, à leur tour, se sont diffusées dans toutes les fissures de la roche grenue, l'imbibant littéralement, remplissant parfois des fêlures, ayant moins d'un dixième de millimètre. La portion camptonitique injectée possède toujours une cristallinité très faible. Souvent les seuls éléments individualisés sont les microlites d'amphibole; on constate généralement une augmentation du pigment ferrugineux sur les bords des fissures. De nombreux fragments de la monzonite sont englobés et corrodés; leurs silicates sont fréquemment fondus et transformés, comme dans les cristaux décrits plus haut, en petits grains d'augite et de magnétite. Enfin, à quelques centimètres de distance du contact, tous les cristaux d'amphibole de la monzonite sont bordés d'une couronne de magnétite et d'un mélange de magnétite et d'augite, montrant que le minéral a commencé à fondre sous l'influence du réchauffement dû à l'injection du magma.

IV. Roches volcaniques.

Je ne me propose pas de décrire les roches volcaniques aussi complètement que celles qui viennent d'être passées en revue. Je m'attacherai surtout aux types qui n'avaient pas encore été signalés, les *phonolites*, les *hauynophyres* et les *picrites*. Il est vraisemblable qu'une étude plus complète des basaltes, faite plus particulièrement au point de vue chimique, permettrait d'y établir des subdivisions plus nombreuses et peut-être d'y trouver des types néphéliniques. Il faudrait, pour cela, avoir des séries d'échantillons recueillis méthodiquement en place, alors que les nombreuses roches, que j'ai examinées, ont été ramassées dans les rivières et sont par suite dépourvues d'indications de gisement précis. Il m'a paru inutile d'entreprendre un travail plus complet sur de semblables matériaux, et je me suis contenté de faire analyser les deux types les plus fréquents.

1° PHONOLITES.

Les collections Vesco ¹ et Ribourt renferment un grand nombre

1. La collection Vesco renferme aussi des échantillons de phonolites, identiques à ceux de Tahiti, provenant de l'île de Raiatéa (*Iles sous le Vent*), située à environ 200 km. au NW. de Tahiti.

d'échantillons de *phonolites*; aucun d'eux malheureusement ne porte d'indication précise de gisement. Le seul échantillon situé, que j'ai examiné, m'a été envoyé par M. Brouard, avec l'indication Vaïrao, localité d'où proviennent une partie des hauynophyres décrits plus loin.

Les roches de ce groupe présentent d'assez grandes différences de caractères extérieurs, mais celles-ci s'effacent au microscope. Parmi ces phonolites, les unes sont assez compactes, peu fissiles, d'un brun verdâtre, les autres sont grisâtres, très fissiles; elles possèdent un éclat satiné dû aux lamelles de feldspath, mises en évidence par un commencement d'altération. Les phénocristaux d'orthose sont toujours assez abondants.

La composition minéralogique est la suivante :

I. Sanidine, augite, amphibole (en partie résorbée en magnétite et augite titanifère).

II. Néphéline, sanidine avec nombreuses macles de Carlsbad, augite.

La néphéline est peu abondante, les cristaux nets sont moulés par les feldspaths; ils ont souvent disparu par altération. L'augite est légèrement verdâtre, elle se transforme localement en augite ægyrinique; elle constitue des grains, des cristaux allongés, et parfois de petites plages, englobant les feldspaths. Ça et là, se rencontrent quelques lamelles poecilites de biotite. Des minéraux secondaires: analcime, sphène, sidérite, sont assez abondants.

L'analyse *a* a été faite par M. Pisani sur l'échantillon provenant de Vaïrao. Je donne comme terme de comparaison en *b*, l'analyse de la syénite néphélinique de Saline County (Arkansas), par W. A. Noyes (*in* J. F. WILLIAMS, *The igneous rocks of Arkansas*, II, p. 135, 1891), et en *c*, celle du trachyte à acmite de Sixteen Mile Creek (Crazy Mountains, Montana), par W. H. Melville (*in* WOLFF et TARRÉ, *Bull. Mus. Compar. Zool.*, Cambridge, XVI, p. 231. 1896).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
SiO ²	60,50	59,62	62,17
Al ² O ³	18,20	18,67	18,58
Fe ² O ³	1,34	5,07	2,15
FeO.....	1,89		1,05
MgO.....	1,18	0,84	0,73
CaO.....	1,75	1,80	1,57
Na ² O.....	7,25	6,95	7,56
K ² O.....	4,45	5,65	3,88
TiO ²	0,92	»	»
P ² O ⁵	»	»	0,11
H ² O.....	2,30	0,80	1,70
	<hr/> 99,78	<hr/> 99,40	<hr/> 99,50

Dans la classification minéralogique, cette roche est à rapporter à la *nordmarkose* (I.5.1.4).

2° HAUÏNOPHYRES.

Ces roches se trouvent dans la vallée de Papenoo et dans le voisinage de Vaïrao ; je ne sais dans quelles conditions géologiques. Elles doivent être abondantes dans ce dernier gisement, si j'en juge par le nombre et les dimensions des galets roulés, que je dois à l'obligeance de Mme Brouard.

Il y a lieu d'y distinguer deux types, possédant le caractère commun de renfermer d'abondants phénocristaux de hauïne, qui, dans les échantillons de Vaïrao, atteignent 2 cm. 5 de plus grande dimension, quand les rhombododécaèdres sont allongés suivant l'axe ternaire et qui n'ont pas moins d'un centimètre de diamètre, lorsque ceux-ci ont un développement normal. Par contre, l'aspect de ces deux types est assez différent.

Type I. Ce type est constitué par une roche noire, à aspect très vitreux, possédant une cassure luisante et ne renfermant que quelques cavités, qui sont généralement de grande taille.

L'examen microscopique ne montre que de la hauïne, de l'augite et de la titanomagnétite, disséminées dans du verre. Même en lames minces, la hauïne est d'un bleu extrêmement intense ; elle est souvent entièrement dépourvue d'inclusions ferrugineuses ; quand celles-ci existent, elles sont peu nombreuses, localisées sur les bords ou disposées en couronnes concentriques. Elle se trouve uniquement en cristaux porphyriques dans les échantillons provenant de la vallée de Papenoo ; elle abonde en outre en petits cristaux dans la pâte de ceux de Vaïrao. L'augite forme des microlites très allongés suivant l'axe vertical ou des cristallites filiformes ; elle est brunâtre et à peine pléochroïque. La titanomagnétite est octaédrique.

La hauïne, en rhombododécaèdres souvent très allongés suivant un axe ternaire, et alors plus ou moins creux, est en partie de formation intratellurique, mais sa cristallisation a dû continuer pendant l'épanchement du magma, car si souvent les microlites d'augite sont accolés sur les faces de ces cristaux, ces derniers en renferment parfois d'autres en inclusions. L'indice de réfraction est de 1,500 pour la lumière du sodium.

Le verre, qui est fort abondant, est très hétérogène ; sa couleur par place d'un brun clair, devient progressivement presque incolore ; çà et là, la roche renferme des taches, dans lesquelles le verre est tout à fait incolore et alors extrêmement riche en ponctuations ou en fines aiguilles de magnétite, tandis que ces formations cris-

tallitiques manquent dans le verre coloré. Enfin, dans quelques échantillons, le verre brunâtre a complètement disparu.

Type II. Ce type, réalisé par un gros bloc provenant de Vaïrao, est constitué par une roche scoriacée ; les cristaux d'hauÿne, au lieu de posséder la belle couleur bleue, observée dans le type précédent, a pris (généralement au centre des cristaux) une teinte verte, qui me paraît due à un commencement d'altération. Ces portions vertes présentent en lumière polarisée parallèle une biréfringence très faible, complètement absente dans les portions bleues du même minéral.

L'examen microscopique met en évidence une composition minéralogique plus complexe que dans le cas précédent. Les phénocristaux sont encore uniquement constitués par la hauÿne, qui, sur ses bords, est riche en inclusions ferrugineuses ; la pâte microlitique est formée par un feutrage d'aiguilles cristallitiques d'augite ; il existe en outre une quantité considérable de cristallites de sphène, d'ægryrine, et enfin de cristaux et non plus des cristallites de magnétite. Le verre est incolore ; il renferme des cristaux globuleux de *leucite*, à contours vagues, caractérisés par la disposition zonaire de leurs inclusions d'augite.

Enfin, il existe de grands microlites lamelleux de feldspaths, qui sont les derniers cristaux formés, car ils englobent poecilitiquement une très grande quantité de cristallites d'augite et de sphène ; ils sont assez irrégulièrement distribués dans la roche. Ce feldspath ne peut être que de l'orthose (ou de l'anorthose) ; il est très aplati suivant g^1 (010) ; les sections de la zone perpendiculaire à cette face sont toutes maclées suivant la loi de Carlsbad et s'éteignent rigoureusement suivant la trace de celle-ci. Les faces g^1 n'ont malheureusement pas de contours géométriques précis et le clivage p (001) ne s'y montre pas distinct ; elles sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë et celle-ci est positive ; les axes optiques sont assez peu écartés pour ne pas sortir du champ du microscope. Ce minéral paraît donc se rapporter à cette variété d'orthose à signe optique anormal, que M. Duparc a rencontrée dans des roches de toute autre nature et qu'il a appelée *isorthose* ; malheureusement, la petitesse des cristaux et leur richesse en inclusions ne permettent pas de les isoler ; d'après la composition chimique de la roche et l'abondance assez grande de la leucite, ce feldspath doit certainement appartenir à un type très sodique.

Dans la nomenclature minéralogique, le type I doit être considéré comme une *augitite à hauÿne* et le type II comme un passage de cette roche à une *leucitite phonolitique à hauÿne*. Je les

réunis sous le nom de *hauÿnophyres* ; ce sont là des types pétrographiques fort rares, qu'on ne peut guère comparer, au point de vue minéralogique, qu'à des roches de Melfi (Vulture) dans la Basilicate, de San Antão au Cap Vert, et du volcan d'Étinde dans le Cameroun. Il est à remarquer toutefois que ces diverses roches renferment de la néphéline et que celles de Tahiti n'en contiennent pas, mais tous les échantillons que j'ai eu en mains sont incontestablement des formes de refroidissement brusque et la composition chimique donnée plus loin montre à l'évidence qu'une cristallisation plus avancée de la pâte restée vitreuse aurait pu donner naissance à ce minéral, mais en moindre quantité que dans les roches qui viennent d'être énumérées.

Je donne ci-contre les analyses : *a* du type I de Papenoo, *b* du même type de Vaïrao, *c* du type II de Vaïrao, toutes trois par M. Pisani ; *d* du hauÿnophyre de San Antão, par M. Doelter (Die Vulcane der Cap Verden, 1882, p. 121) ; *e* de Melfi, par Rammelsberg (*Zeitschr. d. d. geol. Gesell.*, XIII, p. 273, 1896) ; *f* et *g* d'Étinde par M. Dittrich (in Esch. *Sitzungs. der Akad. Berlin*, p. 299, 1901).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
SiO ² ...	49,52	48,70	46,25	41,09	42,46	39,30	39,37
Al ² O ³ ..	19,40	19,12	19,00	18,35	18,49	13,66	16,50
Fe ² O ³ ..	2,08	2,40	4,65	14,89	3,35	7,42	2,28
FeO...	5,15	4,77	3,60		6,31	4,53 ¹	8,03 ³
MgO...	2,12	1,54	2,20	1,78	3,64	4,46	4,48
CaO...	6,51	6,25	6,61	8,79	8,70	11,37	10,22
Na ² O..	7,15	7,83	6,10	8,79	7,12	5,78	4,73
K ² O...	3,85	3,45	3,62	3,14	4,58	1,14	3,38
TiO ² ...	3,30	2,37	2,78	»	»	3,62	3,31
P ² O ⁵ ..	»	»	»	»	»	0,13	0,13
SO ³ ...	0,41	0,83	0,55	2,11	2,44	2,17	2,14
Cl.	0,15	0,13	0,25	0,45	0,52	0,48	0,09
H ² O....	0,50	2,80	4,38	1,26	2,31	4,53	4,77
	100,14	100,19	99,99	100,65	99,92	99,76 ²	100,07 ⁴

Au point de vue chimicominéralogique, les hauÿnophyres de Tahiti se rapportent à l'*essexose* (II. 6. 2. 4). On voit que la composition chimique diffère peu de celle des hauÿnophyres de Melfi qui, cependant, par suite d'une teneur moindre en silice entraînant une richesse plus grande en feldspathoïdes, appartiennent à la *vulturose* (II. 7. 2. 4). Quant aux hauÿnophyres d'Étinde, non

1. Y compris 0,08 MnO.
2. Y compris 0,15 CO².
3. Y compris 0,06 MnO.
4. Y compris 0,64 CO².

seulement ils sont beaucoup plus pauvres en silice et en alumine, et généralement en alcalis, mais encore, ils sont beaucoup plus calciques et magnésiens; ils se rapportent à la *camerunose* (II. 7. 2. 4) et à l'*étindose* (II. 7. 3. 4). Au point de vue minéralogique qualitatif, ces hauynophyres africains sont très analogues à la roche de Papenoo, à cause de l'abondance de leurs microlites filiformes d'augite, mais ils renferment des phénocristaux d'augite et d'apatite, qui manquent dans les types tahitiens.

3° BASALTES.

Les basaltes paraissent de beaucoup les roches volcaniques les plus abondantes. Les échantillons, que j'ai examinés, proviennent de la côte ouest de Panaauià à Papeete (notamment de la vallée de Punaruu) et de la côte nord, depuis Papeete jusqu'à Tiarei, ainsi que de toutes les vallées qui y aboutissent et en particulier de celle de Fautaua et de celle de Papenoo, enfin de toutes les côtes de la presqu'île de Taïarapu.

Il existe des types variés.

a) *Basaltes à plagioclases*. — Les échantillons étudiés proviennent de la vallée de Papenoo et de la région du Tiarei; dans quelques-uns d'entre eux, l'aspect extérieur rappelle celui du basalte demi-deuil de la Banne d'Ordanche au Mont Dore. A l'œil nu, on distingue des phénocristaux automorphes de labrador, très aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de Carlsbad et de l'albite, ainsi que de grands cristaux d'augite, aplatis et souvent maclés suivant h^1 (100); il existe enfin de l'olivine. Ces minéraux sont distribués dans une pâte compacte, noire ou rubéfiée. Dans une variété scoriacée, les phénocristaux de labrador (densité: 2,72) sont moins nombreux, mais atteignent 2 centimètres de plus grande dimension.

Au microscope, la pâte se résout en microlites de labrador, d'augite titanifère violacée, souvent cristallitique, en titanomagnétite, accompagnés suivant les échantillons, de fort peu ou de beaucoup de verre.

L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur un échantillon de la vallée de Papenoo. Je donne comme comparaison l'analyse de roches auvergnates, celle (b) du basalte des plateaux au NW. du Meynial (Mont Dore) et celle (c) du gabbro un peu néphélinique, intrusif¹ dans la brèche andésitique pliocène de la Font-aux-Vaches (Cantal), toutes deux par M. Pisani :

1. A. LACROIX, Sur l'existence de roches grenues intrusives pliocènes dans le massif volcanique du Cantal. *CR. Ac. Sc.* CXLIX, p. 546, 1909.

	a	b	c
SiO ₂	44,25	42,51	46,31
Al ₂ O ₃	16,27	17,85	14,90
Fe ² O ₃	1,50	3,81	4,77
FeO.....	10,30	7,74	8,98
MgO.....	6,51	9,41	8,15
CaO.....	10,14	10,80	9,51
Na ₂ O.....	3,24	2,74	4,06
K ₂ O.....	1,98	1,57	1,62
TiO ₂	3,65	2,62	3,00
P ₂ O ₅	0,63	0,45	0,32
H ₂ O.....	2,40	0,24	1,38
	<hr/> 100,87	<hr/> 99,74	<hr/> 100,00

Dans la classification chimicominéralogique toutes ces roches sont à rapporter à la *limburgose* (III. 6. 3. 4).

b) *Basaltes à olivine et augite*. — Ce type, qui paraît très répandu, rappelle par son aspect le basalte porphyroïde du Cantal; dans une pâte noire continue, ou vacuolaire, se distinguent de gros cristaux d'olivine et d'augite atteignant un centimètre.

Ces basaltes ne présentent aucune particularité bien remarquable; la grande variabilité de la cristallinité de leur pâte paraît due à des variations de conditions de refroidissement et leur énumération manquerait d'intérêt, puisque je n'ai aucun renseignement sur les conditions de gisement; je me contenterai donc d'indiquer que ces roches sont tantôt à grains très fins, tantôt à grands éléments; dans ce dernier cas, la roche devient holocristalline.

Par la réduction du nombre et des dimensions des phénocristaux, ces basaltes passent à des types compacts, lorsque la pâte est à grains fins ou à des basaltes doléritiques, quand les dimensions des éléments microlitiques deviennent assez grandes.

Les proportions relatives des plagioclases et des éléments colorés paraissent subir aussi d'assez grandes variations et il est possible que certaines des roches très zéolitisées aient renfermé des feldspathoïdes; il me semble vraisemblable qu'une étude chimique de ces basaltes permettrait d'y mettre en évidence d'assez nombreux types chimicominéralogiques.

Je renvoie à ma note du *Bulletin de la Société française de Minéralogie* pour l'énumération des nombreuses zéolites que renferment tous les types basaltiques de l'île, et particulièrement ceux dont il vient d'être question en dernier lieu. Je signalerai seulement le fait intéressant que dans quelques échantillons, autour de

cavités tapissées par ces zéolites (notamment la christianite), les microlites d'augite ont pris la belle couleur jaune d'or et la biréfringence assez grande du pyroxène qui caractérise le *sperone* (leucitite) du Latium et certains des blocs de *leucitéphrite*, métamorphisés par action pneumatolitique, qui ont été rejetés par l'éruption du Vésuve de 1906¹.

L'analyse suivante, faite par M. Pisani, donne la composition du type moyen de ces basaltes à grands cristaux d'olivine et d'augite; l'échantillon analysé provient de la vallée de Papenoo.

SiO ²	44,75
Al ² O ³	13,22
Fe ² O ³	1,20
FeO	10,50
MgO	10,85
CaO	11,50
Na ² O	1,95
K ² O	1,27
TiO ²	3,45
P ² O ⁵	0,38
H ² O	4,62
	<hr/>
	100,69

Ce basalte est à rapporter au type assez banal de l'*auvergnose* [III. 5. 4. 3 (4)], et il n'est pas sans intérêt de rapprocher de cette composition chimique deux roches fort différentes au point de vue minéralogique, l'une (*a*) est le gabbro essexitique de Sölvserget Gran (Norvège) (analyse de Särnström, in BRÖGGER. *Quater. J. Geol. Soc.*, L. p. 19. 1894), l'autre (*b*) d'une de ces pyroxénolites dépourvues de feldspaths, riches en spinelle, que j'ai décrites sous le nom d'*ariégites* (*CR. VIII^e Congrès géol. intern.* Paris, p. 833, 1901), et qui, une fois fondues, donnent par recuit une roche feldspathique microlitique; cette dernière roche toutefois ne contient pas de TiO².

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO ²	47,00	42,68
Al ² O ³	15,20	18,36
Fe ² O ³	5,69	5,27
FeO	6,59	7,02
MgO	8,76	12,89
CaO	12,60	10,05
Na ² O	1,45	1,69
K ² O	0,66	0,51
TiO ²	2,30	»
H ² O	0,30	2,50
	<hr/>	<hr/>
	100,81 ²	99,72

1. A. LACROIX. Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve. *Nouvelles Arch. Muséum*, IX, p. 74 et p. 94, 1907.

2. Y compris 0,26, MnO.

4° PICRITES FELDSPATHIQUES.

Je désigne sous ce nom des roches à faciès basaltique, extraordinairement riches en phénocristaux d'olivine automorphes ou arrondis, qui constituent près de la moitié de leur masse et se touchent par place les uns les autres; ils sont accompagnés d'augite.

Au microscope, on constate que ces phénocristaux sont entourés par de gros microlites d'augite violacée (surtout sur les bords), par de grands microlites de bytownite, qui sont englobés par l'augite ou la moulent. L'ilménite forme parfois des lamelles sur lesquelles sont régulièrement implantés de petits cristallites d'olivine, qui simulent par leur disposition les dents d'une scie. La structure varie jusqu'à la grenue par l'intermédiaire de la structure ophitique; localement, se trouvent des nids d'une dernière génération de cristaux, constitués par des microlites plumeux de plagioclases et d'augite. Cette roche holocristalline passe structurellement à des roches comparables à des diabases.

Je donne en *a* l'analyse par M. Pisani d'un échantillon provenant de la vallée de Papenoo, en *b*, celle de la péridotite de Cotton Wood Gulch (Custer Country, Colorado) (W. Cross. *Proc. Colorado Scient. Soc.*, II, p. 245, 1887) et en *c* l'analyse de la picrite de Medenbach (Hesse).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
SiO ²	43,85	46,03	39,58
Al ² O ³	9,07	9,27	7,25
Fe ² O ³	»	2,72	4,44
FeO.....	10,75	10,34 ¹	10,46
MgO.....	23,40	23,04	24,75
CaO.....	7,90	3,53	4,83
Na ² O.....	1,30	1,48	0,97
K ² O.....	0,54	0,87	0,99
TiO ²	1,88	»	0,32
P ² O ⁵	0,38	0,17	»
H ² O.....	1,62	0,64	5,68
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,69	100,09	99,27

Dans la classification chimicominéralogique, cette analyse se rapporte à la *custérose* [IV (4). 1. 1. 2].

Cette roche offre un très grand intérêt; au point de vue chimique, elle ne peut être considérée comme un basalte; elle est évidemment la forme d'épanchement d'une péridotite un peu feldspathique; on doit la regarder comme la forme récente des *picrites*, connues jusqu'à présent seulement en association avec

1. Y compris MnO = 0,40.

les diabases paléozoïques (Erzgebirge, Vogtland saxon, Fichtelgebirge, Écosse, etc.) et avec les *teschénites* crétacées de la Moravie. Toutes ces roches sont toujours plus ou moins altérées, aussi les picrites de Tahiti acquièrent-elles un intérêt spécial en fournissant ce type pétrographique dans un grand état de fraîcheur.

Il est intéressant de signaler ce fait, qu'en Moravie, comme à Tahiti, les picrites font partie d'une série pétrographique comprenant des roches à néphéline (*teschénites pro parte*).

Il me semble probable que l'examen chimique de certaines des roches basaltiques, très riches en péridot, de l'archipel des Gambiers (Mangavera en particulier) et de la Réunion les fera rattacher, elles aussi, au groupe des picrites.

v. Conclusions.

Le présent travail comporte des conclusions particulières à Tahiti et d'autres d'un ordre plus général.

I. — Il est facile de voir que toutes les roches de Tahiti présentent un air de famille fort net. Celui-ci apparaît déjà au point de vue minéralogique dans les roches grenues, qui renferment à peu près toutes des feldspathoïdes et qui, toutes, sont caractérisées par la présence d'une hornblende barkévicitique, se retrouvant d'une façon essentielle ou accessoire dans toutes les roches microgrenues. Des feldspathoïdes existent aussi dans une partie des roches volcaniques.

Au point de vue chimique, si l'on considère à part chacune des trois séries établies plus haut en fonction de la structure et du gisement : roches grenues, microgrenues ou microlitiques, on constate une évolution parallèle. La silice, l'alumine et les alcalis d'une part, le fer, la magnésie, la chaux et le titane d'une autre, constituent deux groupes, variant en sens inverse ; il n'y a d'exception que dans le terme le plus basique des roches volcaniques, dans lequel une brusque augmentation de la magnésie est accompagnée d'une chute du titane et de la chaux. Bien que les proportions relatives des alcalis subissent de grandes variations (continues) dans les trois séries¹, leur rapport subit des fluctuations relativement peu considérables², la soude prédominant toujours sur la potasse ; une exception seulement à cette règle

1. Les teneurs extrêmes en alcalis sont 14,97 (linguaite) et 1,84 (picrite) %/. La teneur moyenne pour l'ensemble des 15 analyses est de 8,2 %/.

2. La moyenne du rapport $\frac{K^2O}{Na^2O} = 0,61$ (en poids), avec comme extrêmes 0,23 (gabbro essexitique) et 0,82 (syénite néphélinique à hornblende).

Roches grenues

	Syén. néph. à bio- amphi- tite bole		Monz. Gabb. néph. néph.	Gabbro essexit.	
SiO ² ..	52,25	51,31	47,50	45,10	41,50
Al ² O ³ .	18,70	20,70	19,97	19,30	12,31
Fe ² O ³ .	2,55	3,10	3,39	1,55	5,20
FeO..	3,69	2,50	4,74	8,70	8,46
MgO..	1,78	1,02	3,60	5,30	11,29
CaO..	3,95	3,57	6,92	9,81	14,05
Na ² O.	5,10	6,50	5,25	4,32	2,06
K ² O..	6,62	5,38	3,47	1,58	0,48
TiO ² ..	2,29	1,92	2,96	3,49	4,78
P ² O ⁵ ..	0,20		0,44	0,57	0,06
H ² O..	2,75	3,85	2,25	0,75	0,50
	99,88	99,85	100,49	100,47	100,69

Roches microgrenues

	Tin- guaite	Camp- tonite	Micro- gab.
SiO ² ..	56,40	46,10	44,26
Al ² O ³ .	21,41	19,91	13,32
Fe ² O ³ .	1,04	2,75	4,60
FeO..	1,50	5,02	8,19
MgO..	0,51	3,30	9,42
CaO..	0,96	6,95	10,95
Na ² O.	9,61	6,10	2,40
K ² O..	5,36	3,62	0,99
TiO ² ..	0,25	3,02	5,02
P ² O ⁵ ..	"	0,25	0,45
H ² O..	2,50	2,99	0,37
	99,54	100,01	99,97

*Roches microlitiques
(volcaniques)*

Phon.	Hauynophyres			Bas. à oliv. feldsp et pyr.		Pi- crite					
SiO ² ..	60,50	49,52	48,70	46,25	44,25	44,75	43,85				
Al ² O ³ .	18,20	19,40	19,12	19,00	16,27	13,22	9,07				
Fe ² O ³ .	1,34	2,08	2,40	4,65	1,50	1,20	"				
FeO..	1,89	5,15	4,77	3,60	10,30	10,50	10,75				
MgO..	1,18	2,12	1,54	2,20	6,51	10,85	23,40				
CaO..	1,75	6,51	6,25	6,61	10,14	11,50	7,90				
Na ² O.	7,25	7,15	7,83	6,10	3,24	1,95	1,30				
K ² O..	4,45	3,85	3,45	3,62	1,98	1,27	0,54				
TiO ² ..	0,92	3,30	2,37	2,78	3,65	3,45	1,88				
P ² O ⁵ ..	"	"	"	"	0,63	0,38	0,38				
SO ³ ...	"	0,41	0,83	0,55	"	"	"				
Cl....	"	0,15	0,13	0,25	"	"	"				
H ² O..	2,30	0,50	2,80	4,38	2,40	1,62	1,62				
	99,78	100,14	100,19	99,99	100,87	100,69	100,69				
15.1.4. Nordmar- kose	I.6.1.4 Mias- kose	II 6.2. 3 Bo- rola- nose	II.6.2.4 Essexose	II.6. 3.4 Salé- mose	III.5. 3.4 Camp- tonose	III.6. 3.4 Lim- bur- gnose	III.5. 4.3(4) Au- ver- gnose	III.6. 4.3 (4) Pape- noose	IV (4) 1.2 Custé- rose		
x ^o ..	9,5	6,6	18	26	23	35	51	42	54	61	68

s'observe pour la syénite néphélinique à biotite¹, qui semble n'exister que sous forme de filons minces.

Le tableau de la page 121², mettant en regard d'une façon appropriée l'ensemble des analyses, montre qu'un type chimicominéralogique est représenté dans les trois séries géologiques considérées; c'est l'essexose, constituant, dans les roches grenues, les types pétrographiques prédominants, c'est-à-dire les *syénites néphéliniques à amphibole* et les *monzonites néphéliniques*, dans les roches microgrenues, les *camptonites*, dans les roches microlitiques, les *haüyrophyres*. On ne saurait douter que ce ne soient là trois modalités d'un seul et même magma. Pour les autres types, il y a parenté non moins évidente, mais pas identité cependant.

Quand, au lieu de classer ces trois séries, en se basant sur des conditions de gisement, on ne considère plus que la composition chimique, la série résultante devient continue. Si l'on tient compte de ce fait que les roches étudiées ont été recueillies par des naturalistes distingués, mais non par des géologues et suivant les circonstances d'un itinéraire fixé avec d'autres préoccupations, on sera plus frappé encore de cette continuité et il ne semble pas téméraire de penser que des recherches méthodiques sur le terrain permettraient de la resserrer encore. Il serait possible dès à présent de mettre en évidence un dernier terme de l'évolution magmatique de l'extrémité basique de la série, en ajoutant aux analyses celle des nodules à olivine, qui se rencontrent dans les roches basaltiques de Tahiti; elle montrerait l'accentuation de la chute de la chaux et du titane avec l'augmentation de la teneur en magnésie.

Je me bornerai pour l'instant à ces considérations, me proposant de discuter cette question plus à fond au cours d'une étude d'ensemble, que je prépare, sur les roches alcalines de Madagascar, dans lesquelles on rencontre des analogies frappantes avec les roches qui nous occupent ici.

II. a. — L'existence de roches grenues en place à Tahiti a une très grande importance au point de vue général. La présence d'aucune roche analogue n'a été jusqu'ici, à ma connaissance, *démontrée* dans cette partie de la Polynésie. Des recherches stra-

1. Les analyses données page 98 montrent que la forme microlitique de cette syénite serait très vraisemblablement une phonolite leucitique ou une leucittéphrite à orthose. On a vu plus haut que la leucite apparaît à Tahiti dans les haüyrophyres, bien que ceux-ci soient plus sodiques que potassiques.

2. Dans ce tableau, les éléments accessoires des analyses ont été négligés sans que le total ait été modifié: pour le complément, voir à la description des roches.

tigraphiques précises sont nécessaires pour fixer les relations de ces roches avec la série volcanique, car s'il peut se faire qu'elles soient intrusives au milieu de ces dernières, il est fort possible aussi qu'elles représentent un substratum ancien de l'île, auquel cas leur existence constituerait un argument précis en faveur de l'hypothèse d'un ancien continent pacifique effondré¹.

A ce point de vue, il est bon de remarquer que, si l'on fait la réserve, jusqu'à plus ample informé, des roches granitiques signalées par Ellis à Borabora, la région la plus rapprochée de la nôtre où l'on ait signalé des roches grenues est l'île Viti Levu dans l'archipel de Viti (Fiji), qui se trouve à 3200 km. à l'Ouest de Tahiti. M. Wichmann² y a signalé autrefois des syénites néphéliniques, qui, à certains égards, ne sont pas sans analogie avec celles qui nous occupent.

b. — J'ai parlé plus haut des idées modernes sur les faciès atlantique et pacifique des roches éruptives. Dans un livre récent³, M. Harker a bien mis en évidence les faits sur lesquels elles sont basées. Si je suis tout à fait d'accord avec mon savant collègue sur l'attribution au faciès, dit pacifique, de la bordure entière du Pacifique, je pense qu'il y a lieu de faire les plus sérieuses réserves en ce qui concerne la poussière d'îles du Pacifique central et méridional.

Je viens de montrer en effet que les roches de Tahiti sont alcalines; ainsi que je l'ai dit plus haut, des phonolites existent aussi à Raiatéa, dans les îles de la Société.

Les nombreuses collections rapportées des îles Marquises au Muséum montrent que les *trachytes* à *biotite* jouent un rôle important dans la constitution de Nouka Hiva.

Des *trachytes* sont connus à l'île de Pâques, à l'îlot de Cliperton.

Depuis longtemps, M. Wichmann a fait connaître⁴ les *néphélinites* à *mélilite* et *hauïgne* de l'île Oahu et plus récemment,

1. Dans un mémoire ancien, Jardin a signalé (Essai sur l'Histoire naturelle de l'Archipel de Mendana ou des Marquises. *Mém. Soc. sc. nat. Cherbourg*, IV, p. 58, 1856) l'existence dans les tufs volcaniques de Nouka Hiva, (îles Marquises), d'enclaves de leptynites à grenat; la petite collection, donnée par ce voyageur au Muséum, ne renferme pas cette roche. Ces échantillons ont été déterminés par d'Orbigny; il y a lieu de noter que dans la nomenclature de cet auteur le mot de *péridotite*, dont il a qualifié plusieurs des roches de la collection, signifie *basalte riche en olivine* et ne désigne pas ce que les pétrographes modernes appellent une péridotite.

2. WICHMANN. *Tschermak's Min. u. petr. Mitt.*, V, p. 1, 1882.

3. HARKER. The natural History of igneous Rocks, 1909, p. 90.

4. WICHMANN. Nephelin-Basalt von den Sandwich-Inseln (*Neues Jahrbuch Min.*, 1875, p. 172).

M. Whitmann Cross a décrit¹ à Hawaï des *trachytes alcalins* (nordmarkose-umpteckose), remarquablement voisins de la phonolite de Vaïrao.

Enfin, M. Weber vient de décrire² toute une série de roches alcalines (*trachytes*, *phonolites*, *trachydolérites*, *néphélinites*) provenant des îles Samoa.

Il me paraît donc vraisemblable que l'étude attentive des roches volcaniques du Pacifique nous ménage des surprises pour l'avenir et que beaucoup de celles qui, comme les basaltes de Tahiti, considérées individuellement et sans étude chimique semblaient devoir être rapportées à une série calcique (pacifique), se rattacheront plus ou moins directement à la série alcaline (atlantique) que je viens d'étudier.

Il semble donc que l'on soit, dès maintenant, en droit de se demander si les analogies pétrographiques de cette immense région ne doivent pas être cherchées plutôt du côté des roches volcaniques de la Nouvelle-Zélande et de la partie la plus voisine de l'Antarctique (Terre Victoria) que de celui de la ceinture andésitique circumpacifique.

Aussi, peut-être est-il préférable de conserver la vieille dénomination de roches alcalines et de roches alcalinocalciques, plutôt que d'employer des dénominations géographiques pouvant dans certains cas prêter à l'équivoque.

1. WHITMANN CROSS. An Occurrence of Trachyte on the Island of Hawaï. (*J. of Geol.*, XII, p. 510, 1904).

2. WEBER. *Abhandl. K. Bayer. Akad. Wiss.*, XXIV, Bd. II, p. 290, 1909.

SUR LA DÉCOUVERTE DU TRIAS MARIN A MADAGASCAR

PAR **Henri Douvillé.**

On a découvert il y a peu de temps dans le Nord de Madagascar, à la limite du massif cristallin et des terrains sédimentaires, un filon aurifère riche qui est activement exploité. M. Paul Lemoine nous a fait connaître¹ d'une manière très exacte la constitution géologique de la région : il signale des alternances de grès et d'argiles surmontés par les calcaires du Lias supérieur, qui couronnent la grande falaise de l'Andrafiarena remarquablement alignée dans la direction E.N.E. Cette même direction se retrouve dans les deux grandes dépressions qui s'étendent au Sud de cette falaise et que M. P. Lemoine attribue aux couches d'argiles intercalées dans l'énorme épaisseur des sédiments gréseux. Je rappellerai seulement les deux assises inférieures distinguées par notre confrère : à la base, les grès des Monts Boriravina ou *grès inférieurs* et au-dessus les *argiles d'Ambararata*.

On comprend facilement que la découverte de mines d'or riches a eu pour premier résultat, une exploration minutieuse de toute la région, exploration qui consiste essentiellement à ramasser ou à faire ramasser par les indigènes tous les cailloux qui se rencontrent à la surface du sol. C'est ainsi qu'a été découvert un niveau fossilifère très intéressant représenté par des nodules (ou miches) à empreintes de Poissons, provenant des argiles ou schistes argileux d'Ambararata.

Un certain nombre de ces nodules ont été envoyés au Muséum de Paris et au Muséum de Londres ; ces derniers échantillons viennent d'être étudiés et décrits par M. Smith Woodward² qui y a reconnu deux espèces nouvelles *Ecrinesomus Dixoni* et *Cela-canthus madagascariensis* qu'il considère comme permiennes, rapprochant ainsi ce gisement des couches à *Glossopteris indica* et à Reptiles, signalées précédemment par M. Marcellin Boule³ dans le Sud de l'île (à l'Est de Tulléar) et attribuées également au Permien. A la suite de cette note M. Bullen Newton décrit deux petites empreintes de Mollusques provenant du même gisement, comme *Planorbis Dixoni* et *Naiadites madagascariensis* ; nos deux confrères de Londres considéraient ces couches comme des dépôts d'eau douce.

1. P. LEMOINE. Études géologiques dans le Nord de Madagascar, 1906, p. 108 et suivantes.

2. *Ann. and Mag. of nat. Hist.*, série 8, vol. V, janvier 1910, pl. I.

3. M. BOULE. Sur l'existence d'une faune et d'une flore permiennes à Madagascar, *CR. Ac. Sc.*, 2 mars 1908.

J'ai reçu moi-même des envois de ces fossiles recueillis par deux de mes anciens élèves MM. Callens et Bordeaux, ingénieurs civils des Mines, et chacun de ces envois présentait avec les miches à Poissons déjà signalées, des empreintes incontestables d'Ammonites.

M. Callens a eu l'heureuse idée de rapporter un nombre considérable de nodules (plus de 300); j'ai pu alors les briser et les examiner minutieusement. Ces nodules n'ont pas tous la même forme, on distingue d'abord facilement les nodules plats ou *miches* à Poissons, qui reproduisent souvent grossièrement la forme du fossile contenu. Les nodules les plus fréquents ont une forme beaucoup plus arrondie et quand on les casse, on observe presque toujours au centre une cavité cylindroïde irrégulière remplie d'une poussière grise, brune ou noire. De cette cavité rayonnent des fentes assez larges qui se rétrécissent rapidement vers l'intérieur; c'est le caractère des *Septaria*. Les sections montrent que les lits des couches ambiantes se prolongent régulièrement au travers des nodules, elles s'infléchissent seulement autour de la cavité centrale, ce qui indique que celle-ci devait correspondre à un corps résistant; sa nature reste malheureusement tout à fait énigmatique: c'était bien vraisemblablement un corps organisé, mais sa surface n'offre que des plis ou des rides irréguliers ne présentant aucun caractère précis.

Parmi ces nodules, les uns sont de couleur claire grisé ou jaunâtre, et sont assez légers; ils happent fortement à la langue; ils paraissent formés uniquement d'argile durcie. Ils présentent quelquefois à la périphérie des empreintes d'Ammonites: le test a disparu en laissant un espace vide nettement délimité; il en est de même des cloisons qui ne sont que très exceptionnellement conservées, lorsque par suite de cassures accidentelles, la gangue a pu pénétrer à l'intérieur des chambres. Ces *Septaria* sont donc manifestement décalcifiés. Il en est d'autres de même forme mais de couleur plus foncée et beaucoup plus durs qui sont certainement silicifiés; mon collègue et ami M. Chesneau, professeur à l'École des Mines, a bien voulu analyser un de ces nodules; il contient:

Silice.....	77,9
Argile et acide titanique.....	5,2
Peroxyde de fer.....	11,1
Chaux (pas à l'état de carbonate).....	0,7
Magnésie.....	traces
Acide phosphorique.....	fortes traces
Perte au feu.....	4,5
	<hr/>
	99,4

La proportion assez forte d'oxyde de fer pourrait indiquer l'existence d'une quantité notable de carbonate de fer dans le nodule primitif. En outre on constate assez fréquemment dans la poussière de la cavité centrale l'existence de quartz cristallisé en aiguilles simples ou enchevêtrées.

Je citerai encore comme nodules de nature exceptionnelle un gros nodule à Poisson recueilli par M. Bordeaux et qui, par sa structure fibreuse, rappelle les miches à Trilobites de la Montagne Noire; et enfin des nodules formés presque entièrement de limonite : ceux-ci renferment des fragments d'Ammonites de grande taille (*Jooannites?*) et de nombreuses empreintes de Lamellibranches (*Mytilus...*).

C'est dans les nodules de couleur claire que l'on rencontre ordinairement les empreintes d'Ammonites; elles ne sont pas très communes et comme je l'ai déjà dit les cloisons ne sont que très exceptionnellement conservées. Malgré cela et grâce au très grand nombre d'échantillons qui m'ont été communiqués, j'ai pu reconnaître un certain nombre de formes caractéristiques; j'ajouterai que les empreintes sont toujours nettes et non déformées; mais la nature poreuse de la gangue décalcifiée et sa faible dureté habituelle rendent souvent difficile l'observation des détails.

La plupart des Ammonites de ce gisement sont de petite taille; elles sont lisses et présentent seulement des lignes d'accroissement; exceptionnellement deux échantillons sont ornés de fines côtes spirales.

A. FORMES LISSES

D'après la disposition des cloisons, ces formes appartiennent à deux groupes bien distincts : le premier est caractérisé par une succession de lobes et de selles nombreux et étroits, les uns régulièrement arrondis, les autres bi- et trifurqués; il fait donc partie de la famille des *Medlicottidés*. Le second a des selles arrondies et des lobes denticulés comme les *Cératites* et doit être rangé dans la famille des *Meekocératidés*.

I. MEDLICOTTIDÉS. — Ce groupe ne comprend qu'une seule espèce, plate et bicarénée, à ombilic fermé, le plus grand échantillon atteint 5 cm. de diamètre (fig. 1) : les cloisons ont pu être observées sur un échantillon plus petit de 20 mm. environ de diamètre (fig. 2) : au rayon de 8 mm. (ce qui correspond à un diamètre de 14 mm. environ) la cloison présente la disposition suivante

(fig. 3) : au milieu un lobe principal (premier latéral) trifide ; du côté externe trois lobes adventifs bifides de grandeur progressivement décroissante ; du côté interne un deuxième latéral bifide, puis une série de lobes accessoires dont le premier seul, bifide, est conservé. Les caractères sont ceux du genre *Cordillerites* HYATT et SMITH¹ ; mais quelques différences sont à signaler, d'abord le deuxième lobe latéral est bifide, tandis qu'il est toujours trifide dans les échantillons américains ; en outre dans ces mêmes échantillons les trois lobes adventifs bifides ne se rencontrent que dans les échantillons adultes ayant un diamètre bien plus grand que ceux de Madagascar (*loc. cit.*, pl. LXXI, fig. 6), 5 ou 6 fois plus environ : au diamètre de 12 mm. (pl. LXXI, fig. 4) il n'y a encore

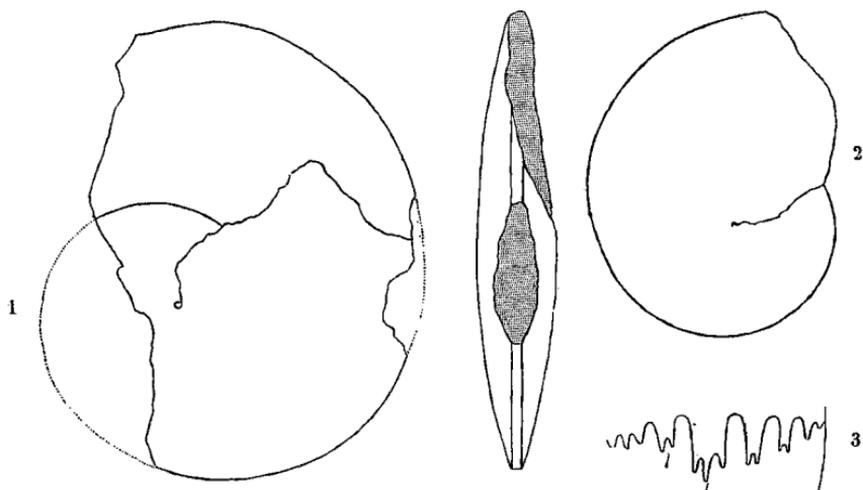


FIG. 1. — *Cordillerites* cf. *angulatus* H. et SM. (gr. nat.). — FIG. 2. — Autre échantillon (gr. 2 fois). — FIG. 3. — Cloison (gr. 4 fois). L, premier lobe latéral, l, second lobe latéral.

que 2 lobes adventifs, dont l'un seulement est bifurqué et au diamètre de 80 mm. (*loc. cit.*, pl. LXVIII, fig. 3), 3 lobes adventifs, dont 2 bifurqués. Les échantillons de Madagascar auraient donc une évolution plus rapide ou représenteraient une race naine, devenant adulte à une taille plus petite.

La forme générale est du reste à très peu près celle du *Cordillerites angulatus* H. et SM. (*loc. cit.*, p. 110), qui caractérise les « *Meekoceras beds* » du Trias inférieur de l'Idaho (États-Unis).

1. HYATT et SMITH. The triassic Cephalopoda genera of America, *Professional Papers, Geol. Surv. U. S. A.*, n° 40, 1905, p. 109.

II. MEEKOCÉRATIDÉS. — L'étude de ces formes est très difficile parce que les échantillons que j'ai pu étudier sont ou incomplets ou de très petite taille, de sorte qu'ils pourraient ne pas être adultes. 1° Je signalerai d'abord un fragment relativement gros à surface à peu près plane, présentant 3 cloisons incomplètes (fig. 4) : elles sont du type franchement cératitoïde, et composées de selles arrondies et de lobes assez grossièrement denticulés. On peut distinguer à peu près sûrement le premier lobe latéral L, puis le second latéral *l*, plus court et enfin un premier lobe accessoire court et large à 3 ou 4 denticules : au delà on distingue une amorce bien nette d'une selle auxiliaire bien développée : c'est d'après Diener le caractère du genre *Koninckites*; mais dans l'état très incomplet de la cloison il est impossible d'exclure les genres *Aspidites* et *Hedenstrœmia* qui présentent également certaines analogies dans le tracé de leurs cloisons ; ces trois genres sont du reste très répandus dans le Trias inférieur du Spiti¹ et se retrouvent également dans celui de l'Idaho, on pourrait comparer en particulier la cloison de l'espèce de Madagascar avec celle de l'*Hedenstrœmia Kossmati* HYART et SMITH (*loc. cit.*, p. 101, pl. LXVII, fig. 7) des « Meekoceras beds » du Trias inférieur de l'Idaho.



FIG. 4. — Cloison de *Koninckites* (?) (gr. 2 fois).

2° La forme la plus abondante dans les *Septaria* est représentée par de petites Ammonites de 7 à 8 mm. de diamètre assez plates et bicarénées (fig. 5); l'ombilic médiocre a une largeur égale au quart du diamètre total; la cloison très simple est encore au stade *Lecanites*, c'est-à-dire que les selles et les lobes sont arrondis (fig. 6) : on distingue deux selles à peu près de même importance, la selle externe et la première latérale, et une troisième selle beaucoup plus petite; le lobe siphonal est large et divisé en deux lobules paraissant un peu arrondis, le premier latéral L est large et très arrondi, le second latéral *l* a la même forme mais il est un peu plus petit.

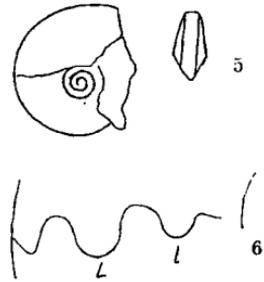


FIG. 5. — *Meekoceras* (?) (gr. 2 fois). — FIG. 6. — Cloison de l'espèce précédente (gr. 6 fois).

1. KRAFFT et DIENER. Lower triassic Cephalopoda from Spiti. *Paleontologia indica*, série XV, vol. VI, pl. vi.

D'après les dimensions de l'ombilic encore assez étroit, je rattacherais plutôt cette espèce aux *Meekoceras* qu'aux *Lecanites* toujours plus déroulés; elle représenterait une espèce jeune ou encore incomplètement évoluée. D'après sa forme générale on pourrait la comparer soit au *M. gracilitatis* WHITE du Trias inférieur de l'Idaho, dont l'ombilic est un peu plus étroit et la cloison plus évoluée, soit plutôt aux *Meekoceras* du Spiti et en particulier au *M. jolinkense* KRAFFT et DIENER (*loc. cit.*, pl. IV, fig. 2). Du reste les cloisons des *Meekoceras* de ce niveau sont souvent incomplètement évoluées, le premier lobe latéral seul étant denticulé, tandis que le second est arrondi.



FIG. 7. — Groupe de *Lecanites* (gr. 2 fois).



FIG. 8. — Cloison de l'espèce précédente (gr. 6 fois).

3° Une autre série de petites formes ordinairement groupées (fig. 7) se distingue de la précédente par son plus grand ombilic atteignant un tiers du diamètre total, et par la section des tours qui est elliptique; la taille atteint 6 à 8 mm. La cloison est du même type (fig. 8), la selle externe et la première latérale sont arrondies et bien développées, la deuxième latérale est plus petite mais bien individualisée; les deux lobes latéraux sont simples et arrondis, le lobe siphonal peut être un peu moins large que dans l'espèce précédente; tout l'ensemble de la cloison a une direction assez oblique, la partie voisine de l'ombilic étant un peu plus avancée que le reste de la cloison. Avant de connaître la cloison nous avons attribué cette espèce au genre *Ophiceras*; ce n'est que tout dernièrement que nous avons reconnu qu'elle présentait les caractères des *Lecanites*; mais l'ombilic est encore un peu plus étroit que dans les formes habituelles: c'est ainsi qu'il n'atteint que les $10/27$ du diamètre total dans les formes les moins déroulés du Calcaire à Cératites de l'Inde.

B. FORME ORNÉE DE CÔTES SPIRALES.

A. CÉRATITIDÉS. — Un échantillon incomplet (fig. 9), de 4 cm. de diamètre, présente des tours arrondis et un ombilic de largeur moyenne, atteignant le tiers du diamètre total. L'ornementation se compose de fines côtes spirales assez rapprochées sur la région externe, puis s'épaçant progressivement et disparaissant vers le milieu des flancs. Les cloisons ne sont pas conservées.

Cet échantillon ressemble tout à fait au *Flemingites Russelli* HYATT et SMITH, des « *Meekoceras beds* » du Trias inférieur de l'Idaho, par son mode d'ornementation et la largeur de l'ombilic ; les plis transverses font défaut, mais les auteurs indiquent qu'ils n'apparaissent que sur l'adulte ; toutefois les deux formes ne sont pas identiques, l'espèce américaine étant comprimée dans la région externe, tandis que l'échantillon de Madagascar est plus arrondi et présente une section régulièrement ovale.

Tous les échantillons que nous venons de passer en revue proviennent des *Septaria* de la région d'Andongazo et ont été recueillis par M. Callens sur la rive droite de la Mahavava un peu au Sud de Bobasatra ; nous venons de voir que les formes analogues se trouvent toutes dans le Trias inférieur de l'Inde, de

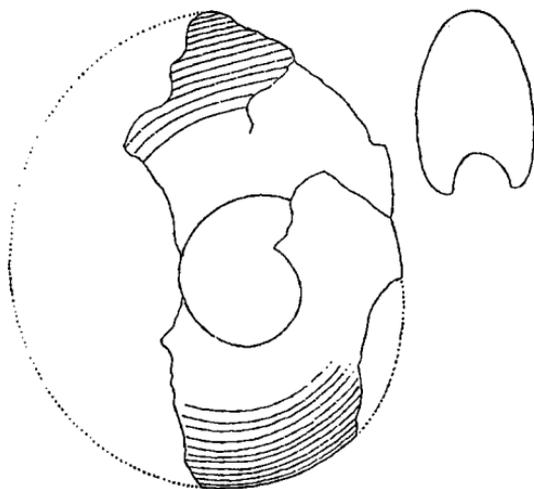


FIG. 9. — *Flemingites* (gr. 1,5).

l'Himalaya ou de l'Idaho, les analogies sont surtout frappantes avec ces dernières couches, c'est là seulement où le genre *Cordillerites* a été signalé. L'âge des couches à *Septaria*, ou des argiles d'Ambarrata se trouve ainsi nettement déterminé comme triasique inférieur. La présence de *Meekoceras* peu évolués, à cloisons de *Lecanites* indiquerait plutôt un niveau bas dans le Trias inférieur, mais il ne peut être question du Permien supérieur, le genre *Medlicottia* caractéristique de ce dernier niveau étant remplacé par une forme bien plus évoluée, *Cordillerites*.

Il est du reste à peu près certain qu'il existe dans la région étudiée plusieurs niveaux fossilifères ainsi qu'il résulte des remarques suivantes :

1° Le niveau des *miches* à Poissons est distinct de celui des

Septaria, et M. Priem qui en a examiné les fossiles pense, comme M. Smith Woodward, qu'ils montrent plus d'analogies avec les formes permienes qu'avec les espèces triasiques.

2° M. Bordeaux m'a communiqué des échantillons de grès mica-cés grossiers pétris par places de *Myophoria*; ils ont été recueillis par M. H. Perrier de la Bathie, le botaniste bien connu, qui a pu suivre cette couche à l'Ouest d'Andranomafana (près Ankatoko) jusqu'à Ankitokazo; elle disparaît au delà du Mamoro et paraît être inférieure aux schistes à *Septaria*.

3° Un échantillon de ces schistes présente une empreinte d'Ammonite, malheureusement écrasée et indéterminable.

4° Le même explorateur a recueilli des empreintes d'Ammonites à la surface supérieure de petits nodules qui paraissent différents et des miches et des *Septaria*. Ces empreintes représentent

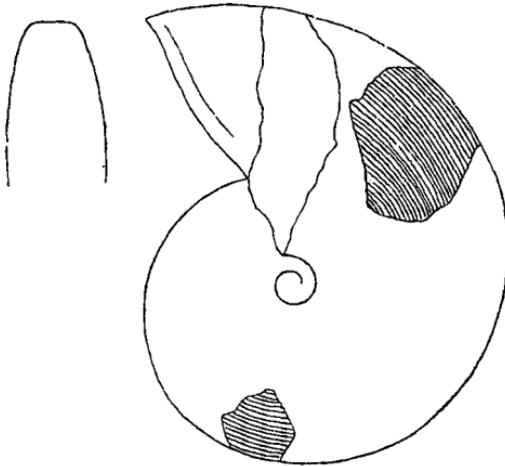


FIG. 10. — *Cladiscites* (gr. 1,5).

le moulage de la surface interne du dernier tour seulement, mais sur l'une d'elles (fig. 10) des corps étrangers fixés sur la coquille ont conservé en deux points l'empreinte de la surface externe, qui montre que celle-ci était ornée de fines côtes spirales : l'ombilic est étroit et la section des tours rectangulaire. Il semble donc bien qu'il s'agisse d'un *Cladiscites* qui indiquerait la présence du Trias supérieur. Ces empreintes ont un diamètre de 35 mm. environ.

5° Un gros nodule de limonite déjà signalé plus haut et recueilli également par M. de la Bathie montre un fragment d'une grosse Ammonite rappelant par sa forme et par ses sillons les *Joannites*; elle pourrait indiquer également un niveau géologique plus élevé que celui des couches à *Septaria*. Malheureusement c'est un

fragment de la chambre d'habitation et il n'y a pas traces de cloisons. Le reste du nodule présente de nombreuses empreintes de Lamellibranches (*Mytilus*).

Les affleurements de ces couches fossilifères correspondent à la première des deux dépressions ENE. signalée par M. P. Lemoine (fig. 11) ; il existe encore au-dessus tout un système de grès, d'argiles et de conglomérats formant deux falaises successives également dirigées ENE., d'abord celle d'Andavakoera, puis celle d'Andrafiarana, couronnée par des calcaires attribués par M. P. Lemoine au Lias supérieur ; M. Callens y a constaté la présence d'*Ammonites* et de *Spiriferina*, ce qui semble bien confir-

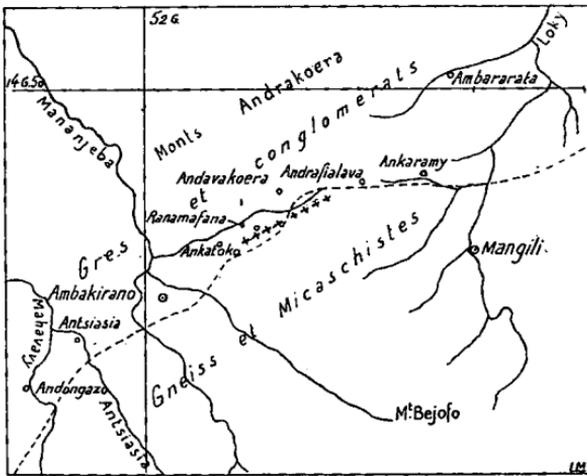


FIG. 11. — Carte indiquant l'emplacement (++) du Trias marin à Madagascar. — 1/750 000.

mer leur analogie avec les calcaires toarciens découverts précédemment par M. Villiaume et par M. Gauthier.

Toute cette région est du reste coupée d'accidents parallèles à la direction que je viens d'indiquer, failles et filons de roches éruptives, précédemment étudiées par M. P. Lemoine et déterminées comme des syénites néphéliniques, et filon quartzeux aurifère exploité dans les grès triasiques à Ranomafana et dans les terrains cristallins près d'Andavakoera.

M. Haug insiste sur le grand intérêt paléogéographique que présente la découverte du Trias marin à Madagascar. La segmentation du continent de Gondwana date donc, non pas du début du Jurassique comme on était fondé à le croire jusqu'ici, mais probablement de la fin de l'époque permienne.

SUR LA TECTONIQUE DE L'ÎLE D'ELBE

PAR **Pierre Termier.**

PLANCHE V

La stratigraphie de l'île d'Elbe n'a fait, à ma connaissance, aucun progrès depuis les travaux, très importants et très consciencieux, de M. B. Lotti. Nous devons à cet auteur une excellente monographie¹ des terrains de l'île, publiée en 1886, une carte géologique² à l'échelle de 1/25 000 qui est véritablement admirable de précision et d'exactitude et qui date de 1884, et quelques notes plus récentes, sur des questions de détails qui ne touchent pas au problème de la structure. Je prendrai la stratigraphie telle que nous la connaissons par M. Lotti. Elle a certainement besoin d'être précisée sur certains points ; mais elle suffit, dans son état actuel, à la discussion du problème tectonique.

Ce problème tectonique ne pouvait pas se poser en 1884, ni même en 1886. Personne, à cette époque, n'aurait songé à contester la stabilité et la solidarité des diverses unités géologiques qui forment l'île d'Elbe. La question de la structure de cette île n'a pris naissance que le jour où, M. Steinmann ayant parlé des nappes de l'Apennin³, la seule vue des contours géologiques de la région de Bastia, tracés en minute par M. Maury, m'a suggéré, presque invinciblement, l'idée d'expliquer par des charriages⁴ les anomalies tectoniques de la Corse orientale. L'île d'Elbe m'est apparue alors comme très intéressante ; et cet intérêt a encore grandi, et même est devenu très pressant, quand nous eûmes, M. Maury et moi, constaté que la Corse orientale est bien, en effet, comme je l'avais supposé, un *pays de nappes*.

J'ai visité l'île d'Elbe au mois de mai de 1909, et j'ai résumé, dans trois notes⁵ à l'Académie des Sciences, les observations que j'y ai faites et les conclusions tectoniques auxquelles je suis arrivé. Je me propose de développer ici ces trois notes, en les éclairant de quelques figures ; et de préciser sur quelques points mes conclusions, qui, demeurées les mêmes en ce qui concerne l'île d'Elbe,

1. B. LOTTI. Descrizione geologica dell'isola d'Elba. *Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia*, Rome, 1886.

2. Id. Carta geol. dell'isola d'Elba. *Ibid.*, Rome, 1884.

3. G. STEINMANN. Alpen und Apennin, *Monatsber. der deutsch. geol. Gesells.* 1907, p. 177.

4. P. TERMIER. Rapports tectoniques de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides, *B.S.G.F.*, (4), t. VII, 1907, p. 421-423.

5. P. TERMIER. Sur les granites, les gneiss et les porphyres écrasés de l'île d'Elbe; *CR. Ac. Sc.*, t. CXLVIII, p. 1441. — Sur les nappes de l'île d'Elbe; *ibid.*, t. CXLVIII, p. 1648. — Sur les relations tectoniques de l'île d'Elbe avec la Corse et sur la situation de celle-ci dans la chaîne alpine; *ibid.*, t. CXLIX, p. 11.

se sont un peu étendues, et ont un peu évolué dans mon esprit, en ce qui concerne la structure générale de la région tyrrhénienne.

Je supposerai que le lecteur a sous les yeux la carte géologique de M. Lotti.

LES TROIS SÉRIES DE L'ILE D'ELBE.

Il y a, dans l'île d'Elbe, trois séries de terrains, différentes et indépendantes, séparées par des *surfaces de charriage* : la série I, ou série profonde, riche en granite et en microgranite, dans laquelle l'Éocène, gréseux, calcaire et marneux, est dépourvu de roches vertes et injecté de microgranite ; la série II, intermédiaire, formée de *schistes lustrés* identiques à ceux de Corse, avec cipolins et serpentine ; la série III, supérieure, faite d'une suite sédimentaire qui commence au Silurien, se termine à l'Éocène, et comprend, dans sa partie haute, une formation puissante de roches vertes (*formation ophiolitique*).

Voici (fig. 1) comment se juxtaposent en plan et comment se superposent en coupe verticale les trois séries en question.

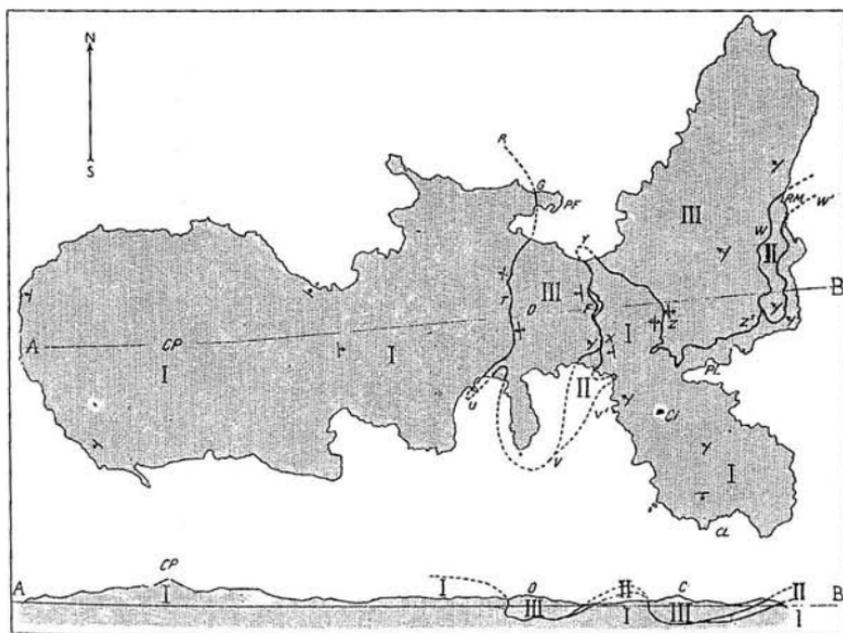


FIG. 1. — CARTE TECTONIQUE DE L'ILE D'ELBE, et coupe par le plan vertical passant par la ligne AB. Échelle d'environ 1/300 000.

PF, Portoferraio ; PL, Porto Longone ; RM, Rio-Marina ; CP, Monte Capanne ; CL, Calamita ; Ci, Capoliveri ; F, Monte Fabbrello ; C, Monte Castello ; O, Monte Orello ; G, Ghiaje ; AB, ligne suivant laquelle est faite la coupe ; RTUVV'XYZZ' WW', lignes d'affleurement des deux surfaces de charriage, souvent confondues. — Les flèches simples indiquent le plongement des assises ; les doubles flèches, de sens contraires, les assises verticales ou balancées de part et d'autre de la verticale. — I, II, III, les trois séries de terrains.

Je dirai tout à l'heure où et de quelle manière il est nettement visible que II flotte sur I, et que III flotte sur II ou sur I : mais je veux d'abord préciser les caractères des trois séries.

SÉRIE I. — Dans le domaine occidental, à l'Ouest de la ligne RTU, la série I apparaît seule. Elle a tous les traits d'une série autochtone ; et même son allure est parfaitement tranquille. Elle comprend le granite du Monte Capanne (granite classique de l'île d'Elbe, avec filons d'aplite et de pegmatite à minéraux variés) ; sur ce granite, qui a la forme d'un dôme, un complexe métamorphique plongeant périclinalement vers la mer, et, du côté de l'Est, plongeant sous l'Éocène ; enfin l'Éocène, criblé d'injections microgranitiques.

Le complexe métamorphique (m^1 et m^2 de M. Lotti) est fait de schistes micacés à andalousite et staurotide, de marbres à grenat, diopside et wollastonite, de schistes amphiboliques, enfin de *roches vertes* identiques à celles de la formation ophiolitique (serpentine, euphotide et diabase). Il est traversé par des filons d'aplite et des dykes de microgranite. A l'Est, les couches métamorphiques s'enfoncent régulièrement, et en concordance, sous les assises éocènes. Je crois, comme M. Lotti, que ce complexe doit son métamorphisme au granite. Est-ce de l'Éocène ? Est-ce un terrain plus ancien que l'Éocène ? Il ne me semble pas que l'on puisse répondre avec certitude. L'attribution à l'Éocène est cependant plus probable, en raison de la présence des roches vertes. L'Éocène de la série I, dépourvu de roches vertes dans tout le restant du domaine occidental occupé par cette série, et à peu près complètement dépourvu de telles roches dans tout le domaine oriental, commencerait à devenir *ophiolitique* dans la région du Monte Capanne.

L'Éocène non métamorphique forme, avec le microgranite qui le perce et l'injecte, les collines qui ondulent entre le bord est du massif granitique et la ligne RTU. C'est le complexe e^4 , e^5 , e^6 de M. Lotti : *macignos*, ou psammites, à *Fucoïdes* ; schistes gris ; calcaires marneux dits *alberese* ; calcaire blanc à grandes *Nummulites*. La modification de ces divers termes, au contact du microgranite, est souvent nulle, ou à peine sensible ; elle ne dépasse jamais le simple durcissement par silicification.

Le microgranite a deux faciès différents : un faciès *porphyre* (p de M. Lotti), à grands cristaux de quartz et de feldspath ; un faciès *eurite* (Eu de M. Lotti), qui fait de la roche une pierre compacte, blanche, avec des grains, rares et petits, de quartz hyalin. Ces deux types se mélangent. Il ne paraît pas douteux

que le microgranite ne soit une forme filonienne et intrusive du granite du Monte Capanne. La tourmaline, très abondante dans les veines d'aplite et de pegmatite du granite, est fréquente dans le microgranite, surtout dans les variétés euritiques.

Dans le domaine sud-oriental, la série I présente le même Éocène, habituellement dépourvu de roches vertes, injecté des mêmes porphyres et des mêmes eurites. Mais cet Éocène repose sur un substratum différent, un substratum formé essentiellement de granite, de gneiss ou de microgranite *écrasés* et *laminés*. C'est ce que j'appellerai *l'étage mylonitique*. Entre les *mylonites* et l'Éocène, il y a parfois des micaschistes; et parfois aussi un terrain sédimentaire qui mesure de quelques mètres à plus de 50 mètres de puissance, et qui a tous les caractères pétrographiques d'un Trias alpin semi-cristallin. Voyons tout cela d'un peu plus près.

Les *mylonites*, ce sont les prétendus *gneiss présiluriens* (pr¹) de M. Lotti. Il y a là dedans des gneiss incontestables, parfois à peine laminés: mais, ce qui domine, c'est le granite écrasé, et, avec lui, de *faux gneiss* qui sont des microgranites laminés. Comme il arrive dans tous les complexes mylonitiques, on observe, au milieu des mylonites de l'île d'Elbe, des témoins intacts d'un granite identique au granite du Monte Capanne — témoins parfaitement observés et distingués par M. Lotti —, et d'autres où l'écrasement commence et donne à la roche l'aspect d'une protogine. C'est aux environs de Porto Longone que les roches sont écrasées au maximum. Elles ressemblent alors aux mylonites corses, et à celles des environs de Saint-Étienne que nous avons, M. Friedel et moi, signalées et sommairement décrites. Ce sont des roches informes et chaotiques. Le mica noir a disparu. Dans une sorte de pâte vert sombre, ou vert sale, ou rouillée, ou noirâtre, qui n'agit presque pas sur la lumière polarisée, des débris de feldspath et de quartz apparaissent, isolés ou groupés, semés capricieusement, anguleux ou arrondis, quelques-uns entraînés dans des files d'allure indécise, ou même dans des sortes de tourbillons. Quand les débris sont un peu gros, ils se montrent constitués par du granite presque intact, et ces fragments de granite presque intacts, enveloppés dans les produits de l'écrasement du même granite, ont toute grosseur et toute forme. En les suivant attentivement, on voit beaucoup d'entre eux se fondre, sur une partie de leur périphérie, dans la *purée* ambiante. L'aplite à tourmaline, qui formait, au sein du granite, d'innombrables veinules, a mieux résisté que le granite à l'écrasement; mais les veines de cette roche plus résistante ont été

disloquées, tordues, tronçonnées, éparpillées, et leurs lambeaux, curieusement déchiquetés, ressortent en blanc sur le fond noirâtre, ou verdâtre, ou rouillé, de la mylonite. Dans toute cette région de Porto Longone, les vrais gneiss sont rares ; on constate seulement une apparence générale de stratification dans la mylonite, apparence qui est due au laminage. Tous ces faits s'observent admirablement sur la route entre Mola et Porto Longone, ou dans les falaises à l'Est de ce dernier village. L'épaisseur du granite écrasé, dans cette région, est d'au moins 80 mètres.

Les microgranites laminés sont plus intéressants encore. Jamais je n'avais vu d'aussi beaux exemples de la production, par laminage, de roches d'apparence gneissique. Ils constituent la chaîne des collines sur la rive droite de ruisseau de Valdana, depuis le point 20 de la carte jusqu'à la plage du Lido. On les exploite dans une petite carrière près du point 20 ; et ce sont eux encore que l'on traverse, sous l'Éocène, quand on monte du Lido à Capoliveri. Enfin, ce sont des microgranites laminés qui forment les falaises de part et d'autre de la plage d'Ortano. Au Nord de cette plage, ces *faux gneiss* ont plus de 150 mètres de puissance, et on les suit jusqu'au Porticciolo, près de Rio Marina. Les mylonites microgranitiques sont des roches très claires, blanches ou grises, d'aspect leptynitique. Elles montrent des clivages garnis de mica blanc et une tranche zonée, *ceillée*, glanduleuse, à amandes de quartz et de feldspath. Le laminage est beaucoup plus intense dans la région d'Ortano que sur les bords de la Valdana¹.

Dans les types les moins laminés, on voit encore la structure porphyrique : une pâte microgranitique très fine, où s'esquissent des traînées de séricite ; de gros orthoses, un peu kaolinisés, cassés ; des tourmalines brisées ; des quartz fendus et dispersés. Les orthoses sont arrondis, écrasés et usés sur leurs bords. Quand le laminage augmente, la pâte est transformée en un schiste quartzo-sériciteux très fin ; les quartz anciens ont disparu ; les gros orthoses ne sont plus que des files de débris, ressoudés par du quartz ou par un minéral inconnu, en houppes jaune verdâtre, polychroïques et très biréfringentes. A la limite, la roche devient très schisteuse, avec des zones extrêmement minces, les unes de petits quartz, les autres de mica blanc et de débris

1. Dans ma note de juin 1909 à l'Académie, j'exprimais des doutes sur la nature des *faux gneiss* d'Ortano, parce que je n'avais pas encore étudié ces roches au microscope. L'étude micrographique m'a démontré péremptoirement leur identité avec les mylonites de la Valdana.

d'orthose. Il n'y a que l'observation des types intermédiaires qui puisse établir l'origine mécanique de ces mylonites exagérées; mais, comme l'on trouve tous les types intermédiaires, tous les passages entre le porphyre à peine laminé et la roche schisteuse, à mica blanc, la plus semblable à un gneiss authentique, il ne reste aucun doute sur la véritable nature des *faux gneiss* d'Ortano.

Sur le rivage sud du golfe de Porto Longone, on observe beaucoup de gneiss, et qui sont certainement de vrais gneiss, sillonnés d'ailleurs de veines d'aplite à tourmaline. La nouvelle route qui monte de Calanuova au Poggio Delfino permet d'étudier ces gneiss, horizontaux dans leur ensemble, ou plongeant faiblement à l'Ouest, mais souvent très contournés et froissés dans le détail. Leur épaisseur, dans la région que je viens de dire, est d'au moins 200 mètres. Ils sont quelquefois écrasés, mais rarement d'une façon aussi complète que le granite. Habituellement, ils sont simplement laminés, ce laminage se traduisant par l'apparition de *joints de friction*, onduleux, et grossièrement parallèles au zonage du gneiss, et par la torsion, la dislocation et l'éparpillement des veines d'aplite. Des gneiss analogues, plus ou moins laminés, quelquefois même écrasés, mais qui sont encore de vrais gneiss, forment le promontoire rocheux qui domine à l'Ouest le vallon de Mar di Cervisi.

Les gneiss du Poggio Delfino sont surmontés par un énorme étage de micaschistes à mica blanc, d'un type banal, épais de 500 mètres au moins, et peut-être de 1 000 mètres. Ces micaschistes constituent toute la partie haute de la presqu'île de la Calamita. La large arête de la montagne, entre le Poggio Delfino et les abords immédiats de Capoliveri, est faite, exclusivement, de micaschistes, qui plongent au Nord-Ouest, de plus en plus fortement au fur et à mesure que l'on avance vers ce village. Les assises ne manifestent aucun signe d'écrasement; mais elles sont souvent violemment contournées. Les amandes de quartz y sont très nombreuses. Il n'y a pas de veines d'aplite: celles-ci, fréquentes dans les gneiss, ne semblent pas avoir atteint l'étage de micaschistes. Sur le versant méridional de la presqu'île, la limite des micaschistes et des gneiss descend jusque très près de la mer, peut-être même jusqu'à la mer entre la Punta Morcone et l'Innamorata. Cela tient à ce que les assises, sur ce versant méridional, plongent comme la montagne, et souvent même plus rapidement que la montagne.

Cet étage micaschisteux, qui surmonte, dans la presqu'île de la Calamita, l'étage mylonitique, n'apparaît pas ailleurs. Je ne

crois pas que l'on puisse l'assimiler à la série métamorphique qui entoure le Monte Capanne. Dans celle-ci, comme je l'ai dit plus haut, le métamorphisme semble être d'origine granitique : au lieu que les gneiss et les micaschistes de la presqu'île de la Calamita paraissent appartenir à une véritable série cristallophyllienne, indépendante du granite sous-jacent et sans doute très ancienne. Ce qui contribue encore à me faire admettre la grande ancienneté de cette série cristallophyllienne, c'est la présence, sur elle, et entre elle et l'Éocène, d'un terrain sédimentaire ayant tous les caractères pétrographiques d'un Trias alpin semi-cristallin.

Ce terrain sédimentaire est l'étage pr^2 de M. Lotti. Il a son maximum d'épaisseur à la Punta della Calamita, est encore bien développé aux environs et surtout au Sud de Capoliveri, et apparaît une dernière fois, très réduit, sur la rive droite de la Valdana, près du point 20 de la carte. Il manque totalement dans la région de Porto Longone et de l'Ortano. A la Calamita et à Capoliveri, il surmonte les micaschistes ; dans la Valdana, il surmonte le microgranite laminé. A Capoliveri, il est surmonté par l'Éocène ; dans la Valdana, il s'enfonce sous les Schistes lustrés (série II) ; à la Calamita, il n'a rien au-dessus de lui. Les cargneules, d'un blanc rosé à l'extérieur, d'un jaune foncé à l'intérieur, dominant au sud de Capoliveri, alternant avec des dolomies blanches cendreuseuses, des marbres blancs, et des schistes luisants vert clair ; le tout a une épaisseur de 50 à 60 mètres et un aspect hautement triasique. A la Calamita, l'épaisseur de ce Trias probable peut atteindre 80 mètres : les marbres blancs, souvent d'une blancheur parfaite, dominant ; et il y a avec eux des dolomies blanches, peu cendreuseuses, et quelques bancs de cargneules et de schistes verts. Enfin, l'affleurement de la Valdana, épais de 30 ou 40 mètres, est uniquement formé de dolomie blanche en plaquettes, saccharoïde et souvent tout à fait cendreuse. Les cipolins de la plage du Lido, rapportés par M. Lotti au terrain en question pr^2 , me paraissent avoir tous les caractères des cipolins des Schistes lustrés (pr^3). Trompé par la superposition fortuite, dans la Valdana, du terme pr^3 au terme pr^2 , M. Lotti a cru à la continuité de l'étage dolomitique et marmoréen et de l'étage des cipolins. Ces deux étages appartiennent, pour moi, à des séries différentes (I et II), et sont séparés par une surface de charriage.

J'ai dit que l'Éocène de la série I, dans le domaine sud-oriental occupé par cette série, est dépourvu de roches vertes. Cette absence de roches vertes est habituelle ; elle n'est cependant pas

absolue. Il y a un affleurement de serpentine à la sortie de Capoliveri, sur le chemin de la Calamita, et cette serpentine paraît intercalée entre les cargneules (Trias ?) et l'Éocène. De même, un des deux îlots Gemini, entre l'Innamorata et la Calamita, est formé de serpentine et de diabase : et ces roches vertes semblent reposer sur le Trias qui constitue l'autre îlot. L'Éocène de la série I, habituellement sans roches vertes, paraît donc en renfermer quelques rares amas, ou quelques coulées, à sa base, dans la région de la Calamita. C'est une nouvelle raison de croire que la série métamorphique qui entoure le Monte Capanne, et qui renferme les mêmes roches vertes, est de l'Éocène rendu cristallin par le voisinage du granite.

Les phénomènes d'écrasement, dans la série I du domaine sud-oriental de l'île, ne sont pas absolument cantonnés dans les granites, les gneiss et les microgranites. Ils apparaissent aussi dans l'Éocène, mais plus rarement. Au Nord des maisons de Capoliveri, sur la route même, il y a des brèches de friction à blocs de grès macigno et à blocs de porphyre. D'autres brèches, ayant la même origine mécanique, affleurent, le long de la route, au Nord du Fosso del Buraccio, en plein Éocène, ou au contact de l'Éocène et du microgranite.

SÉRIE II. — La série II comprend les deux termes **pr**³ et **pr**⁴ de la carte de M. Lotti, c'est-à-dire : des micaschistes luisants, à zones calciteuses, et des cipolins rubanés. Elle comprend aussi les serpentines appelées par M. Lotti *présiluriennes* et désignées sur la carte par le symbole **s**¹. Ce complexe est identique, pétrographiquement parlant, aux Schistes lustrés de la Corse ; et cette identité n'a pas échappé à M. Lotti¹, qui signale l'apparition du même complexe aux îles Gorgona et Giglio, et au cap Argentario. Comme nous savons aujourd'hui que les Schistes lustrés de la Corse orientale (schistes de Bastia, calcschistes micacés du Bas-Golo, cipolins de Brando, roches vertes diverses) ne sont point différents des Schistes lustrés des Alpes, la série II de l'île d'Elbe doit être tenue, jusqu'à preuve du contraire, pour une *série métamorphique compréhensive* embrassant tous les terrains du Trias supérieur à l'Éocène.

Les Schistes lustrés affleurent assez largement sur la côte est de l'île d'Elbe, entre Rio Marina et Terranera. Presque horizontaux, ils reposent sur les *faux gneiss* de l'Ortano ou sur le granite écrasé de la série I ; et ils s'enfoncent sous la série III. Leur épaisseur est très variable ; et ils forment, en somme, une *len-*

1. B. LOTTI, *loc. cit.*, p. 24.

tille irrégulière, puissante au maximum de 200 mètres, et finissant en pointe vers le Sud, près de Terranera. Au Nord, à Rio Marina, la lentille se prolonge sous la mer. La serpentine, *souvent laminée*, est au sommet de la lentille ; le milieu est formé par des micaschistes fissiles, mous, noirs ou gris, ou jaunissants, plus ou moins calciteux ; la base est faite de cipolins rubanés, parfois épidotifères, entièrement semblables à ceux de Brando ou de Corte, en Corse.

Ils reparaissent un instant sous le Monte Fabbrello près de la Casa Marchetti : non pas seulement, comme l'indique la carte de M. Lotti, à l'état de serpentine, mais aussi à l'état de micaschistes calciteux.

Enfin, la série II affleure au Nord-Ouest de la plage du Lido, entre les mylonites de microgranite de la plage et le Silurien qui forme une bande continue près du sommet des collines. La base est faite de cipolins blancs, gris ou verts, à zones micaschisteuses, partiellement confondus par M. Lotti avec les marbres (triasiques ?) de la Calamita, mais en réalité très différents de ces marbres. Au-dessus, viennent des micaschistes mous, avec zones calciteuses assez rares, et, dans le haut, quelques bancs de marbre. Tout au sommet, il y a une lentille de serpentine, laminée sur les bords, qui s'enfonce sous le Silurien. Toutes les assises de la série plongent à l'Ouest, ou au Nord-Ouest, sous un angle faible.

SÉRIE III. — La série III est une suite de terrains sédimentaires non métamorphiques ; suite régulière quant à l'ordre de superposition et aux faciès de ses divers termes, mais très irrégulière quant à leurs épaisseurs, et où l'allure lenticulaire est habituelle et évidente.

La base est formée par les schistes noirs siluriens, à *Orthocères* et *Monograptus*. Puis viennent les schistes sombres de Rio Marina, sans fossiles, rapportés au Carbonifère par M. Lotti (pm^1 de la carte) ; puis les grès du Verrucano (pm^2), dont la partie supérieure, quartziteuse, est peut-être triasique. Des cargneules apparaissent ensuite, très cavernueuses, avec des cavités remplies de dolomie cendreuse ; et, comme des calcaires rhétiens fossilifères les surmontent, je tiens ces cargneules pour triasiques. Il y aurait ainsi, dans la série III, un Trias peu épais, formé de grès blancs quartziteux et de cargneules, très différent du Trias (hypothétique) de la série I. M. Lotti a réuni les cargneules à l'Infralias (i de la carte), et les grès blancs au Verrucano.

Au-dessus du Rhétien vient le Lias (calcaires à *Arietites* à la

base, schistes versicolores à *Posidonomya Bronni* au sommet. C'est le terme 1³ de la carte. Puis, la série est couronnée par un complexe très puissant, *ophiolitique*, rapporté par M. Lotti à l'Éocène. Cet Éocène est presque identique à l'Éocène ophiolitique corse, dont l'âge est bien établi; mais les couches calcaires à *Nummulites* et *Orthophragmina* de la Corse n'ont pas été retrouvées dans la série III de l'île d'Elbe.

Il n'y a, dans le complexe en question, ni grès macigno, ni injections microgranitiques. De sorte que ce complexe est fort différent de l'Éocène de la série I. M. Lotti y distingue, de bas en haut, quatre termes : des schistes, avec calcaires marneux, et rares empreintes de *Fucoïdes* (e¹); des roches vertes (serpentes à la base, euphotides au-dessus, diabases tout en haut); des jaspes et phtanites à *Radiolaires* (e²); des calcaires très massifs, de couleur claire, blancs ou roses, sans fossiles (e³). Ces divers termes peuvent manquer, à tour de rôle; mais leur ordre de succession est invariable.

Quand l'Éocène de la série III est superposé au Lias, il n'y a pas, entre eux, de discordance angulaire bien sensible. Dans toute la série III, il y a concordance approximative; et l'allure lenticulaire, d'origine mécanique, introduit, dans le détail, tant de petites discordances et d'apparences transgressives, que l'on ne peut rien dire de plus. Près de Porto Longone, le complexe éocène de la série III repose directement sur le granite écrasé, par suppression de toute la partie inférieure de la série III, de toute la partie haute de la série I, et de la série II tout entière. Enfin, les deux Éocènes, celui de la série III (ophiolitique) et celui de la série I (microgranitique), viennent au contact sur une assez grande longueur d'affleurements, d'abord à l'Ouest du Monte Castello, puis au col Reciso, et enfin aux Ghiaje, près de Portoferraio. Ce contact des deux séries est pour moi, comme je le dirai plus loin, un contact tectonique. M. Lotti y a vu un contact ordinaire; et, pour lui, l'Éocène microgranitique est, purement et simplement, superposé à l'Éocène ophiolitique.

RAPPORTS TECTONIQUES DES TROIS SÉRIES.

Je viens à l'objet principal de ma note, qui est d'établir *l'anormale superposition* des trois séries ci-dessus définies, leur superposition *par charriage*. Il faut, pour cela, suivre la ligne des contacts (ligne R T U V V' X Y Z Z' W W' de la petite carte schématique de la p. 135); et c'est ce que je vais faire, mais en prenant d'abord cette ligne au Monte Fabbrello, qui est son point le plus intéressant.

MONTE FABBRELLO. — Le Monte Fabbrello est une colline dont le sommet est à 130 m. au-dessus de la mer et qui se dresse un peu à l'est de la route de Portoferraajo à Porto Longone, près du col où est bâtie la Casa Marchetti. Là est le nœud de la géologie elbaine. M. Lotti en a parfaitement compris l'importance et a montré que la coupe de cette colline était une énigme tectonique¹. A cette époque, 1884-1886, plus de deux ans avant l'explication par Marcel Bertrand de l'anomalie du Beausset, on ne pouvait guère avoir l'idée d'un recouvrement. M. Lotti a tenté de résoudre la difficulté par l'hypothèse d'une faille; et c'est ainsi que tout le monde faisait alors. Cette faille, marquée sur la carte par un trait volontairement imprécis, est désignée dans le texte sous le nom de *faille du golfe de Portoferraajo*. En réalité, il n'y a pas de faille; mais l'on observe le chevau-

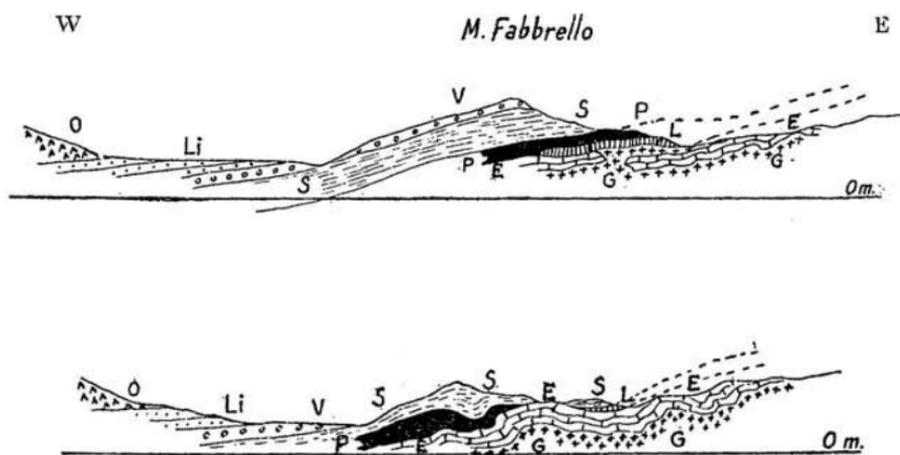


FIG. 2. — Deux coupes parallèles à travers le MONTE FABBRELLO.

Échelle : 1/12 500 env. — G, Microgranite, souvent laminé; E, Grès et calcaires éocènes; L, Micaschistes calciteux (schistes lustrés); P, Serpentine (péridotite) des schistes lustrés; S, Silurien; V, Verrucano (Permien); Li, Lias de la série III; O, formation ophiolitique de la série III. La coupe placée en haut de la figure est la plus septentrionale des deux.

chement du Silurien sur l'Éocène, et l'on voit, entre le Silurien, base de la série III, et l'Éocène, sommet de la série I, s'intercaler, par grosses lentilles irrégulières, les Schistes lustrés de la série II et leur serpentine (fig. 2).

Pour bien voir la structure du Monte Fabbrello, il faut suivre la mauvaise route qui, de la Casa Marchetti, s'élève à l'Est vers la Casa Traditi. A 500 ou 600 m. de la Casa Marchetti, à un col,

1. B. LOTTI, *loc. cit.*, p. 28.

un sentier se détache de cette route à gauche et contourne le versant est. Voici ce que l'on observe, en suivant d'abord la route, ensuite le sentier.

Les assises, dans l'ensemble, sont horizontales ou plongent faiblement au Nord-Ouest. On est d'abord dans le Silurien ; puis, le Silurien se relevant un peu, la route coupe la serpentine ; puis on rentre dans le Silurien. Brusquement, à 350 ou 400 m. de la Casa Marchetti, le Silurien se relève, et l'on voit s'enfoncer *sous* ce terrain, avec intercalation d'une brèche de friction et d'une lame de quelques centimètres de serpentine, les calcaires et les grès de l'Éocène (*alberese et macigno*). Un peu plus loin, le sommet de cet Éocène est formé d'un banc de microgranite compact, du type appelé *eurite* par M. Lotti. Plus loin encore, les terrains s'abaissent, on rentre dans le Silurien, qui descend même en contre-bas de la route : là, dans un ravin, on peut voir les schistes noirs siluriens *reposer sur l'Éocène*. La route rentre ensuite dans l'Éocène, qui forme le col où le sentier qui va vers le Nord se détache de la route. A quelques mètres au Nord de ce col, le contact Éocène-Silurien redescend, et l'on traverse le banc d'*eurite* blanche qui est le sommet de l'Éocène. Puis, entre cette *eurite* et le Silurien, une lentille s'interstratifie, rapidement grossissante vers le Nord, et faite de micaschistes et calcschistes micacés, avec bancs de calcaires cristallins ferrugineux. Un peu plus au Nord, la serpentine reparaît, entre le Silurien et cette lentille de Schistes lustrés. Quant aux sédiments éocènes, mêlés d'intrusions microgranitiques, qui s'enfoncent ainsi sous les Schistes lustrés et sous le Silurien, ils reposent eux-mêmes, au Sud du Monte Fabbrello, sur du microgranite laminé formant le sommet de l'étage mylonitique (**pr**¹ de la carte).

Ce chevauchement, si net, du Silurien sur l'Éocène, ne peut pas être considéré comme un accident local. Tout le long du Fosso di Valdana, au Sud du Monte Fabbrello, l'allure des trois séries reste la même. La série I, Éocène reposant sur du microgranite laminé, plonge doucement à l'Ouest sous le Silurien, lui-même continu et formant la base de la série III. Vers le point 20 de la carte, le sommet de la série I se constitue, non plus d'Éocène, mais de Trias (dolomies cendreuses) ; et l'on voit reparaître, entre série I et série III, une nouvelle lentille de la série II (schistes lustrés et serpentine), identique à celle du Monte Fabbrello. Somme toute, on observe constamment la même coupe — sauf les variations de détail introduites par l'allure lenticulaire de tous les étages — sur un parcours total de deux kilomètres et demi.

LES GHIAJE. — Aux Ghiaje (point G de ma carte schématique), près de Portoferraio, les deux séries I et III viennent au contact, et ce contact est une surface extraordinairement contournée et ployée, jalonnée par des *brèches de friction*. La série II n'apparaît pas, et les brèches n'en montrent aucun débris.

Ces brèches ont été signalées par M. Lotti¹. Elles affleurent sur la plage même et sont aisément observables ; mais le croquis de M. Lotti n'en donne qu'une idée très imparfaite.

En venant de Portoferraio, et suivant la plage de l'Est à l'Ouest, on voit affleurer successivement : une serpentine massive ; une brèche de serpentine écrasée, formant un banc vertical de 2 m. de puissance ; des schistes et calcaires éocènes, du type de l'étage e¹ de M. Lotti ; une nouvelle brèche, épaisse de plus de 3 m. et formant un banc très contourné, brèche dont les débris sont de roches vertes, de sédiments éocènes et de microgranite ; enfin le microgranite, par où commence la série I, désormais continue. Le deuxième banc de brèche est tantôt vertical, tantôt presque horizontal, avec des plongements à l'Ouest ou au Sud dans les régions intermédiaires.

Les calcaires compacts, blancs ou roses, de l'Éocène, superposés à la formation ophiolitique et marqués e³ sur la carte de M. Lotti, — calcaires qui affleurent largement à l'Est des Ghiaje — ne viennent pas jusqu'à ce contact. La série III, près de la surface qui la sépare de la série I, est représentée par les termes *inférieurs* de l'Éocène et par les roches vertes, réduits, les uns et les autres, à de faibles épaisseurs et très évidemment écrasés. C'est une raison de penser que, quels que soient d'ailleurs les contournements de la surface de friction, la série III, d'une façon générale, est, ici comme au Monte Fabbrello et dans la Valdana, posée sur la série I.

Suivons maintenant la ligne RTU... de ma carte schématique au Sud de la rade de Portoferraio, le long de la dépression du col Reciso. Nous verrons, sur tout ce parcours jusqu'au point U, persister les caractères du contact des Ghiaje : surface verticale, ou balancée de part et d'autre de la verticale, ou très contournée ; présence fréquente de brèches de friction ; superposition de III à I constamment indiquée par l'allure synclinale de III près du contact.

LES DEUX VERSANTS DU COL RECISO. — En allant de San Giovanni à l'Acona, par le col Reciso, on suit la limite des séries III et I. La série II ne se montre pas. M. Lotti a décrit le contact

1. B. LOTTI, *loc. cit.*, p. 155 et fig. 34.

comme si III plongeait sous I, et comme si toutes les assises inclinaient à l'Ouest. Mais le contact est parfois vertical, et parfois plongeant à l'Est; et, le long de ce contact, entre les calcaires compacts e^3 et l'étage alberese-macigno-porphyre e^6 , on observe le retour très fréquent des roches vertes, écrasées, laminées, ou tout au moins réduites à l'état de petits lambeaux. Le

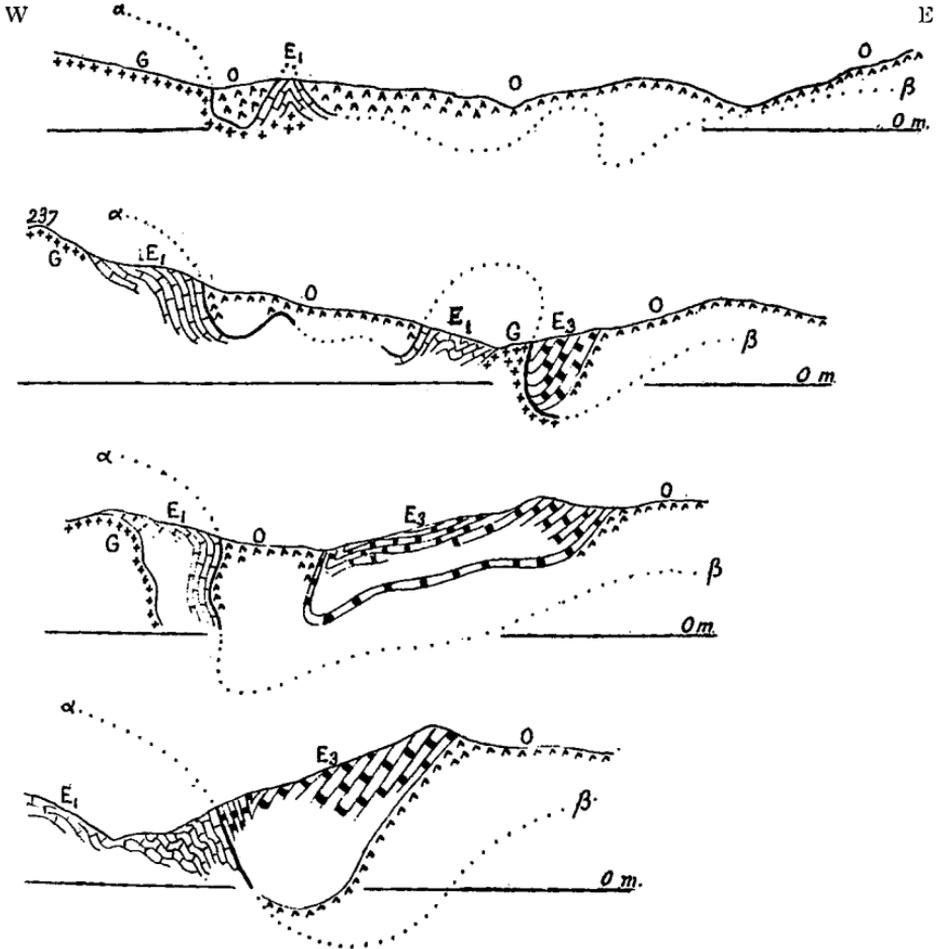


FIG. 3. — Quatre coupes à travers la dépression du col RECISO.

Échelle : 1/12 500 env. — $\alpha\beta$, surface de charriage. G, Microgranite; E_1 , Éocène de la série I (alberese et macigno); O, roches vertes de la série III; E_3 , calcaires compacts éocènes superposés aux roches vertes. La coupe supérieure, dans le dessin, est la plus au Nord : elle passe un peu au Sud de la Casa del Duca. La deuxième passe par la chapelle Santa-Lucia (237); la troisième, à 400 m. au Nord du col Reciso; la quatrième, à 750 m. au Sud de ce col.

gisement des Nummulites e^4 , indiqué par M. Lotti comme compris entre e^3 et e^6 , est en plein étage e^6 . Les petits lambeaux e^3

dessinés sur la carte près de Casa del Duca ne sont pas posés sur la serpentine, mais sortent de cette serpentine à la façon de boutons anticlinaux : ce sont des apparitions de la série I dans deux petites *fenêtres* de la série III.

Il va sans dire que ces coupes sont en partie hypothétiques. Je ne puis naturellement répondre que de ce qui se voit à la surface. Elles traduisent l'interprétation que je me suis donnée — et qui me paraît la seule plausible — des faits observables. En gros, la surface de séparation des deux séries est une surface onduleuse, dont les quatre lignes $\alpha\beta$ donnent une idée grossière. J'insiste beaucoup sur les apparitions *anticlinales* de la série I au travers des ophiolites ; et aussi sur l'allure *synclinale* des calcaires compacts superposés aux roches vertes. Ces deux faits, qui m'ont semblé évidents, suffisent à prouver la superposition de III à I. Et si III est superposé à I tout le long de la ligne R T U de ma petite carte schématique (fig. 4, p. 135), comme nous savons déjà qu'il en est de même de l'autre côté du Monte Orello, le long de la ligne V X Y, il en faut nécessairement conclure que III *n'a pas de racines*, et que III *flotte* sur I, ou sur des lambeaux discontinus de la série II emprisonnés çà et là dans la surface de charriage.

Entre Santa-Lucia et la Casa del Duca, à l'affleurement de la surface de charriage présumée, au contact vertical du microgranite et de la serpentine, on observe, sur le chemin, des brèches de friction entièrement semblables à celles des Ghiaje.

VERSANT OUEST DU MONTE CASTELLO. — Entre les points Y et Z de ma petite carte schématique (fig. 4, p. 135), les deux séries I et III se touchent encore, et dans des conditions fort analogues à celles que je viens de décrire. Ce n'est pas I qui repose sur III, comme M. Lotti l'a admis ; c'est III qui *flotte* sur I. Le contact est souvent vertical : il est même quelquefois renversé : mais l'allure synclinale de la série III au voisinage de ce contact, et le fait que, au Sud du Monte Castello, entre les points Z et Z' de la figure 4, le contact se raplanit peu à peu et montre III, presque horizontal, reposant sur I, ne laissent place à aucun doute.

Entre Magazzini et la Casa Fantolini, le contact est caché sous les alluvions. Près de la C. Fantolini, les jaspes et schistes rouges (e^2 de M. Lotti), faiblement inclinés vers l'Est, ou presque horizontaux, reposent certainement sur l'Éocène e^6 (alberese et macigno). Plus au Sud, dans le ravin escarpé qui vient du point 278 de la carte, et au delà du col, près du point 276, on a les coupes suivantes (fig. 4) :

Le retour, non signalé sur la carte de M. Lotti, des schistes sombres inférieurs aux roches vertes, et des roches vertes elles-mêmes, au contact de la série alberese-macigno, a une très grande importance. C'est le phénomène déjà décrit dans la région du col Reciso. Il s'observe nettement sur le passage de la première coupe de la figure 4, au point où la route change de ravin en contournant une sorte de promontoire.

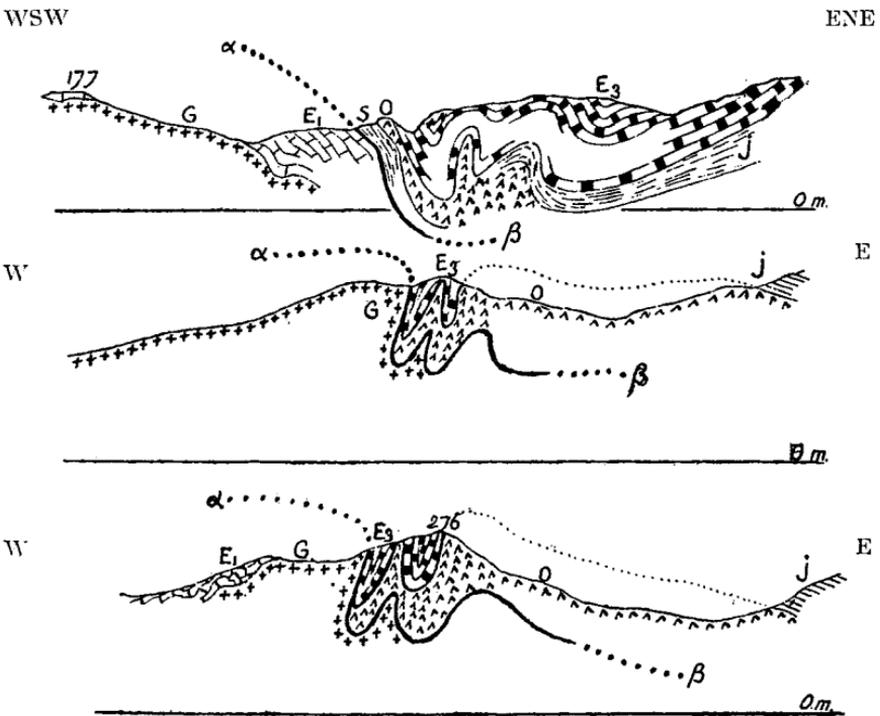


FIG. 4. — Trois coupes dans le versant occidental du MONTE CASTELLO.

Échelle : 1/12 500 env. — α , β , surface de charriage ; G, Microgranite ; E_1 , Éocène de la série I (alberese et macigno) ; S, Schistes, O, Ophiolites, J, Jaspes, E_3 , calcaires éocènes compacts de la série III. La coupe supérieure, dans le dessin, est la plus au Nord : elle passe par le point 177 qui est au Sud de la Crocetta. La deuxième passe par le point 278 ; la troisième, un peu au Nord du point 276.

Entre les points 278 et 276, le synclinal de calcaires compacts E_3 est presque vertical et très serré. De plus, il s'accidente d'un repli anticlinal aigu qui ramène, au milieu des calcaires, une étroite bande de serpentine, longue d'environ 300 mètres. Sur le bord ouest des calcaires E_3 , à l'affleurement de la surface que je considère comme une surface de charriage, il y a des brèches de friction, à débris de porphyre ou à débris de serpentine.

Les caractères du contact sont donc exactement les mêmes que dans la dépression du col Reciso et sur la plage des Ghiaje.

Au Sud du point 276, vers la Casa Ciollini, le contact se raplanit beaucoup. Sous l'étage alberese-macigno on voit apparaître des lambeaux lenticulaires de Trias (dolomies cendreuse), reposant eux-mêmes sur le granite écrasé. Toute cette série I, alberese-macigno, Trias, granite devenu schisteux par écrasement, faiblement inclinée vers l'Est, s'enfonce sous les roches vertes de la série III et reparaît, au delà de ce synclinal de roches vertes, vers la Casa Pontecchio.

ENTRE PORTO LONGONE ET RIO MARINA. — Il nous reste à suivre la partie de la ligne ZZ'W de la figure 1 (p. 136) qui est comprise entre les environs immédiats de Porto Longone et Rio Marina, et à parler de la réapparition des Schistes lustrés (série II) au Nord de Terranera.

Dans cette région orientale de l'île, la série I se réduit à l'étage mylonitique de base : granite écrasé de Porto Longone, micro-granite transformé en *faux gneiss* d'Ortano. Il y a cependant un petit affleurement d'Eocène (alberese et macigno), e⁶ de M. Lotti, près du cimetière de Porto Longone; et cet affleurement présente un grand intérêt tectonique, car l'Eocène en question s'enfonce nettement sous la serpentine, base de la série III. Ses rapports avec le Lias, qui, un peu plus à l'Est, apparaît lui-même sous la serpentine, sont malheureusement inobservables. S'il y a réellement du Lias tout auprès du cimetière, comme l'indique la carte, l'Eocène e⁶ doit s'enfoncer, à l'Est, sous ce Lias¹.

Au Nord des mines de fer de Terranera, le granite écrasé, formant des sortes de bancs qui plongent faiblement au Nord, s'enfonce sous la série III; mais la base de cette série, à partir de la Casa Rosario, s'est brusquement augmentée de toute une lentille de terrains inférieurs à l'Eocène. Le Lias s'y est montré d'abord; puis l'Infralias, puis les cargneules triasiques; puis les schistes noirs siluriens. Et cette lentille s'enfle rapidement vers le Nord. Bientôt le Verrucano s'y glisse; mais il reste lui-même lenticulaire et sporadique. Enfin, vers Rio Marina, un terme nouveau apparaît, sous le Verrucano et tout à la base de la série, le Silurien s'étant écrasé lui-même jusqu'à disparition: ce terme nouveau, ce sont les schistes sombres de Rio (pm¹ de M. Lotti), probablement carbonifères. En même temps, la série s'augmente, entre le Lias et les roches vertes, de tout un étage de schistes à

1. Je n'ai vu moi-même en cet endroit, entre le cimetière (qui est sur la serpentine) et la Casa Boschetto (bâtie sur le granite) que du granite écrasé; et il m'a bien semblé que, sur la grande route, le granite écrasé vient au contact de la serpentine.

Fucoides (e¹ de la carte). La série III est donc à peu près complète entre la plage d'Ortano et celle de l'Ottone, près de Magazzini; mais tous les termes ont des puissances incessamment et brusquement variables; et cette allure lenticulaire, évidente à la seule inspection de la carte géologique, persiste jusqu'au cap della Vite, extrême pointe nord-est de l'île.

C'est tout justement dans la région de Terranera, où s'épanouit ainsi la base de la série III, que les Schistes lustrés, les cipolins et la serpentine de la série II font leur réapparition. Les micaschistes calciteux naissent sous le Silurien, entre ce terrain et le granite écrasé, et, très rapidement, s'épaississent. La serpentine, au sommet, les cipolins à la base, naissent à leur tour; et désormais les trois termes seront constants jusqu'à ce que, près de Rio Marina, ils s'enfoncent dans la mer. Toute cette série II est parfaitement interstratifiée entre la série III et les *faux gneiss* de l'étage mylonitique. La serpentine est fréquemment écrasée et devenue schisteuse. La plongée des assises est, en moyenne, d'une vingtaine de degrés vers l'Ouest ou le Nord-Ouest.

Tels sont les rapports tectoniques des trois séries. Ils ne peuvent s'interpréter que par une superposition anormale. III n'a pas de racines à l'île d'Elbe; III flotte sur I ou sur II, et forme deux synclinaux dissymétriques, à bords occidentaux redressés, zigzagés, étirés et garnis de brèches de friction, et à bords orientaux doucement plongeants et beaucoup moins étirés. II n'a pas non plus de racines à l'île d'Elbe; II flotte sur I; mais II, sans doute originellement peu puissante, est réduite à l'état de lentilles, dont la plus grosse, à l'île d'Elbe, n'a guère que 200 m. d'épaisseur maxima. Enfin, la série I, substratum des deux autres séries, présente çà et là, dans la région sud-est de l'île, des traces indéniables d'écrasement et de laminage. Rien, cependant, n'autorise à affirmer que, dans son ensemble, elle soit charriée. Il n'est pas impossible qu'elle soit autochtone; mais l'on n'en sait rien. Tout ce que l'on sait, c'est qu'il y a eu déplacement *relatif* de III et de II par rapport à I. Ce déplacement des deux autres séries par rapport à la série profonde, tantôt a laissé celle-ci presque impassible, et c'est le cas de la région du Monte Capanne, tantôt l'a affectée de décollements superficiels, avec transport plus ou moins lointain, laminage et écrasement des lambeaux décollés.

L'île d'Elbe est donc *pays de nappes* (pl. V). Elle nous montre deux nappes (III et II) flottant sur une série I, peut-être autochtone, mais fatiguée elle-même, et comme rabotée, par le

charriage de ces deux nappes au-dessus d'elle. Rien n'indique que celles-ci soient des plis couchés, à la façon de la plupart des nappes des Alpes. On n'y voit aucune charnière; on n'y voit, non plus, aucun paquet renversé. L'ensemble des deux nappes et de la série profonde est affecté d'ondulations secondaires, à large courbure, dont les axes sont dirigés du Sud au Nord et ennoyés vers le Nord. Ce plissement secondaire, d'allure générale très simple, ne s'exagère et ne devient un froissement à plis serrés et aigus que localement, et, par exemple, près du col Reciso, ou aux Ghiaje, ou encore dans le versant ouest du Monte Castello.

RAPPORTS DE L'ÎLE D'ELBE AVEC LA CORSE ET L'APENNIN.

Les nappes de l'île d'Elbe (séries III et II) prolongent les nappes de la Corse orientale¹.

Dans la Corse orientale, nous avons établi, M. Eugène Maury et moi², l'existence d'une nappe supérieure, comprenant : à sa base, une lame de granite écrasé; au-dessus de cette lame, des lambeaux de Houiller et de Permien, du Trias et du Lias à faciès quasi-briançonnais; enfin, de l'Éocène avec *roches vertes*, et des schistes et grès à *Fucoïdes* probablement oligocènes. Cette nappe supérieure — dédoublée dans la région de Corte, d'après les derniers travaux de M. Maury — repose sur le complexe des Schistes lustrés, qui est lui-même au moins partiellement charrié, qui comprend des intercalations puissantes de granite alcalin laminé (protogine des auteurs), et dont le substratum réel, en Corse, est inconnu.

L'identité est telle entre la formation ophiolitique de la nappe supérieure corse et le complexe à roches vertes de la nappe III de l'île d'Elbe; elle est telle, aussi, entre les Schistes lustrés de Bastia et du Bas-Golo et les Schistes lustrés elbains, que l'on ne peut pas douter de l'intime liaison de III (Elbe) avec la nappe supérieure corse, et de II (Elbe) avec la nappe corse des Schistes lustrés. Les nappes elbaines ne sont autres que les nappes corses; et cette conclusion s'accorde avec les présomptions que nous avons, M. Maury et moi, tirées de l'étude des nappes corses, présomptions très fortes en faveur du déplacement *vers l'Est* de la nappe supérieure par rapport aux Schistes lustrés.

Il y a cependant de notables différences stratigraphiques entre

1. Consulter la coupe schématique de la planche V, menée à travers la Corse et l'île d'Elbe.

2. P. TERMIER et E. MAURY. Sur les nappes de la Corse orientale, *CR. Ac. Sc.*, t. CXLVI, p. 1426.

les nappes corses et les nappes elbaines : mais elles s'expliquent aisément par la distance de 60 ou 70 km. qui sépare les deux pays. De la Corse à l'île d'Elbe, la nappe supérieure perd sa lame granitique de base, s'enrichit d'un terme silurien, remplace son terme houiller par un complexe de schistes sombres d'âge probablement un peu plus ancien, son Trias et son Lias quasi-briançonnais par des termes de même âge et de faciès moins alpin, en tout cas moins briançonnais. Le complexe des Schistes lustrés, de la Corse à l'île d'Elbe, diminue beaucoup d'épaisseur et perd les grandes masses de granite alcalin qui sont, en Corse, inséparables de ce complexe.

Les nappes elbaines se prolongent elles-mêmes vers l'Italie, et avec elles, la série profonde (série I) qui les supporte. Dans celle-ci et dans celles-là, on voit, d'ailleurs, les détails stratigraphiques varier graduellement de l'Ouest à l'Est.

La série I garde en Italie son granite et son microgranite, et garde aussi son Éocène très particulier (alberese et macigno); mais elle s'enrichit et se complète peu à peu, par l'adjonction d'un Permien puissant (verrucano), par l'épaississement de son Trias, par l'adjonction, surtout, de termes secondaires nouveaux, jurassiques et crétacés. Cette série profonde italienne apparaît dans un grand nombre de *fenêtres*, ouvertes à travers les nappes apennines¹; c'est elle qui s'enfonce, plus loin, sous les terrains néogènes de la région adriatique, et qui revient au jour dans le Monte Gargano, la Pouille et toute la région sud de la péninsule. Elle forme le socle de l'Apennin; et elle forme aussi, sur le bord de l'Adriatique, les extrêmes chaînons des Dinarides². Il ne semble pas y avoir de discontinuité tectonique entre le pays dinarique plissé et ce pays profond, évidemment très peu plissé, sur lequel se sont traînées les nappes elbaines et apennines. On peut, si l'on veut, considérer ce dernier pays comme autochtone, à la condition de se souvenir que c'est là un simple moyen de fixer les idées et d'éclaircir le langage. Dire qu'il est autochtone, c'est dire que l'on attribue hypothétiquement aux nappes qui le surmontent, ou qui l'ont jadis surmonté, un mouvement absolu égal au mouvement relatif dont nous pouvons constater l'existence et mesurer, au moins grossièrement, l'amplitude. Mais, tout au fond, nous ne savons pas ce qui a bougé et ce qui est resté tranquille : et peut-être les deux termes entre lesquels nous obser-

1. G. STEINMANN, *loc. cit.*

2. ED. SUSS. *Das Antlitz der Erde*, Bd III, 15^{er} Abschnitt, *passim*; et Karet II (*Gliederung Europa's*).

vons un déplacement relatif ont-ils bougé tous deux, en sens inverses.

Les Schistes lustrés (série II), qui reparaissent, d'après M. Lotti, dans les îles Gorgona et Giglio, et au cap Argentario, ne semblent pas aller bien loin en Italie : ou du moins, s'ils se prolongent dans l'Apennin toscan, c'est en perdant très vite leur cristallinité et en prenant l'apparence des schistes monotones, mais faiblement métamorphiques. Ces schistes monotones renferment toute une formation ophiolitique, identique à celle de la série III de l'île d'Elbe. Dans la nappe apennine, ou dans les nappes apennines, jetées sur la série profonde, il me paraît actuellement impossible de dire ce qui appartient à la série II et ce qui appartient à la série III, les faciès des deux séries tendant vers l'identité au fur et à mesure que l'on marche vers l'Est. On sait que dans les schistes monotones, faiblement métamorphiques, riches en roches vertes, de l'Apennin, M. Sacco a trouvé des fossiles crétacés. Cela suffit — puisque cette formation *compréhensive* ophiolitique repose sur les macignos éocènes de la série I — pour prouver que ces schistes monotones à ophiolites sont, dans l'Apennin, à l'état de nappe. Il y a liaison certaine entre cette nappe, ou ces nappes, et les nappes de l'île d'Elbe. On ne peut pas pousser plus loin les conclusions.

Sur le sens du déplacement relatif, il ne reste pas de doute. Si l'on suppose la série I autochtone et immobile, II et III sont venus de l'Ouest et ont cheminé vers l'Est. Avant ce charriage, les faciès I, II et III se succédaient régulièrement de l'Est à l'Ouest. En venant du pays dinarique, antérieurement aux grands mouvements de l'âge tertiaire, et en marchant vers l'Ouest, on aurait successivement marché : sur la série I, caractérisée surtout par son Éocène, fait d'alberese et de macignos et dépourvu de roches vertes ; sur la série II, géosynclinale et de faciès *compréhensifs*, de plus en plus riche en roches vertes, affectée d'un métamorphisme graduellement croissant jusqu'à une région médiane, puis graduellement décroissant ; enfin sur la série III, encore très riche en roches vertes, mais où les faciès peu à peu se différencient et s'individualisent, en redevenant néritiques, et dans laquelle le Secondaire offre, sur une certaine étendue, des ressemblances indéniables avec le Secondaire briançonnais. La série III a elle-même pour base les granites et les gneiss qui forment aujourd'hui la Corse occidentale : et c'est donc enfin à ce pays de granites et de gneiss, à cette Corse cristalline, que notre marcheur hypothétique, venu du pays dinarique, eût abouti.

Cherchons maintenant à nous rendre compte de l'amplitude du charriage, de la grandeur du déplacement relatif de la nappe la plus haute (III) sur la série profonde (I). L'évaluation ne peut être, bien entendu, qu'assez grossière. Elle reste cependant intéressante.

L'Éocène de la série I, à l'île d'Elbe, est très pauvre en roches vertes, mais il n'en est pas absolument dépourvu : et, si l'on admet que l'aurole métamorphique du Monte Capanne appartient à l'Éocène, ce qui est très vraisemblable, c'est au Monte Capanne que l'Éocène, pour un observateur marchant vers l'Ouest, commencerait à devenir ophiolitique. Le Monte Capanne était, avant le charriage, assez près, suivant toute vraisemblance, du bord oriental de la zone occupée par la série II, de la zone des Schistes lustrés. Les témoins actuels les plus orientaux de la formation ophiolitique apennine sont situés près des sources du Tibre. Leur distance actuelle au Monte Capanne est d'environ 190 km. : et c'est là, évidemment, un *minimum* absolu de l'amplitude du charriage.

Ces derniers témoins ophiolitiques, ces derniers lambeaux de la nappe apennine, ou des nappes apennines, sont enclavés dans des schistes peu métamorphiques, dans des schistes du faciès compréhensif et du faciès géosynclinal, sans aucun doute, mais qui sont loin d'avoir la cristallinité des vrais Schistes lustrés. Ils viennent donc, non pas de la région du Monte Capanne, mais d'une région séparée jadis du Monte Capanne par toute la largeur de la zone des véritables Schistes lustrés. Je ne sais pas cette largeur ; mais je ne crois pas qu'elle ait pu être inférieure à 80 km., et je regarde, par conséquent, la somme de ces deux nombres, c'est-à-dire 270 km., comme étant encore une évaluation *minima* du déplacement relatif *total*, du déplacement de III sur I. Ce déplacement relatif total se décompose en un mouvement de III sur II et en un mouvement de II sur I.

Ce qui est probable, c'est que le déplacement total a été d'environ 300 km. ; et dorénavant j'adopterai, pour la commodité du langage, cette évaluation ronde.

Les travaux de M. Maury nous apprennent que l'Éocène ophiolitique de la Corse, dans la région de Palasca, est *lié* indissolublement à la Corse cristalline. La Corse cristalline fait donc partie de la série III de l'île d'Elbe ; elle a participé au mouvement dont je viens de calculer l'amplitude.

En d'autres termes, si l'on voulait remettre tout en place et rétablir l'état de choses antérieur au charriage, il faudrait : ou bien, laissant I immobile, reporter II *vers l'Ouest* d'un nombre

mal déterminé de kilomètres, et III, *vers l'Ouest aussi*, d'environ 300 km., III, entraînant, dans son recul vers l'Ouest, toute la Corse cristalline et la plus grande partie de la Sardaigne; ou bien, laissant la Corse cristalline et la Sardaigne immobiles, et avec elles la série III, déplacer les Schistes lustrés *vers l'Est* d'au moins 250 km., et déplacer aussi, *vers l'Est*, le pays profond I d'environ 300 km.

RÔLE DE LA CORSE DANS LA FORMATION DES CHÂÎNES TERTIAIRES
DE LA RÉGION TYRRHÉNIENNE.

Le pays profond (série I) de l'île d'Elbe se poursuit, à travers la péninsule italienne, jusqu'aux premiers arcs dinariques. Il représente un fragment non plissé du *pays dinarique*.

Le mouvement relatif, d'environ 300 km. d'amplitude, que nous constatons aujourd'hui, grâce à l'île d'Elbe, entre la série III et la série profonde I, n'est donc autre chose que *l'avancée des Dinarides*.

Dans le Nord de la région adriatique, les Dinarides poussées du Sud au Nord, ou du Sud-Est au Nord-Ouest, ont recouvert le pays alpin; et j'ai attribué depuis longtemps¹ au mouvement de ce *traîneau écraseur* la transformation des plis de la région alpine en des nappes multiples, empilées et laminées, toutes fuyant vers le Nord, le Nord-Ouest ou l'Ouest, et fuyant jusqu'à plus de 150 km. de leurs racines. Il est possible que cette avancée des Dinarides *par-dessus* les Alpes ait atteint 300 km.; mais nous ne savons encore rien de précis à cet égard. En tout cas, l'avancée² est certaine. Il est certain aussi que les Alpes ont été recouvertes par les Dinarides; et l'évaluation de 150 km. paraît bien être un minimum, du moins en ce qui concerne la région située entre Venise et Vienne.

Dans la région tyrrhénienne, les Dinarides, poussées de l'Est à l'Ouest, se sont avancées vers l'Ouest, *par-dessous* la zone des Schistes lustrés; et la zone des Schistes lustrés elle-même, suivant ce mouvement, s'est avancée vers l'Ouest sous la Corse sédimentaire et la Corse cristalline, jusqu'à ce que le cheminement total du pays dinarique par rapport à la Corse eût été d'environ 300 km. Ou, ce qui revient au même, la Corse cristalline, pressée en profondeur par les Dinarides, s'est avancée *sur* elles,

1. P. TERMIER. Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes, *B. S. G. F.*, (4), 1903, t. III, p. 761.

2. Je ne parle, bien entendu, que d'un mouvement *relatif*. Nous ne savons pas si les Dinarides ont *réellement* bougé, et si ce ne sont pas plutôt les Alpes qui ont reculé sous le pays dinarique.

comme si elle rejaillissait sur le pays dinarique, entraînant dans son mouvement vers l'Est la zone des Schistes lustrés, et tout le pays sédimentaire situé à l'Ouest de cette zone, et parcourant ainsi, au-dessus du pays dinarique immobile, une distance totale de 300 km. environ. Les nappes apennines, comme celles de l'île d'Elbe, sont des témoins de cet immense rejaillissement.

Ainsi, dans la région alpine, les Dinarides chevauchent les Alpes; dans la région tyrrhénienne, les Dinarides sont chevauchées par la Corse et la Sardaigne, par les nappes elbaines et apennines. Ici et là, les déplacements relatifs totaux ont des grandeurs comparables.

Cette différence profonde entre le régime apennin et le régime alpin ne peut être attribuée qu'à la barrière opposée par le massif corso-sarde à l'avancée superficielle des Dinarides.

Le massif corso-sarde, aujourd'hui ruiné, occupait autrefois une grande partie de la Méditerranée occidentale. L'île de Minorque, si différente des autres Baléares, lui appartenait probablement. Eduard Suess¹ vient de nous montrer que ce massif était lui-même, avant les mouvements tertiaires, un fragment des *Altaïdes*, c'est-à-dire un fragment de la chaîne anté-permienne, resté debout, demeuré à l'état de *horst* au milieu d'une vaste aire affaissée. Quand est survenue la grande striction, ce horst, sans doute fort élevé, n'a pas été couvert par les Dinarides. Il a continué de les dominer; et les Dinarides, ne pouvant le recouvrir, se sont avancées, en profondeur, sous le massif, inébranlé en apparence, mais en réalité sapé par la base; à moins que le mouvement absolu n'ait été inverse, et que le horst, pressé par la base, ne se soit déversé, ou n'ait rejailli, dans sa partie haute, sur le pays dinarique immobile.

Je cherche depuis plusieurs années la place de la Corse dans la chaîne alpine². Il me semble maintenant que la Corse est *en marge* de cette chaîne; et que la chaîne alpine se poursuit au Nord et à l'Ouest de la Corse, mais avec des caractères qui, *précisément à cause* de la présence de la Corse dans la marge, ne sont plus identiques à ceux des Alpes. Les Alpes sont caractérisées, jusqu'un peu au Sud de la Ligurie, c'est-à-dire jusqu'à ce que la Corse apparaisse en marge de leur aire, par leurs nappes multiples, issues de plis couchés, empilées les unes sur les autres, étirées, laminées, et fuyant très loin de leurs racines. Au delà des Alpes de Ligurie,

1. ED. SUESS. *loc. cit.*, Bd III, 15^{er} Abschnitt, passim.

2. P. TERMIER. Rapports tectoniques de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides, *B. S. G. F.*, (4), t. VII, p. 421-423; et Sur les relations tectoniques de l'île d'Elbe avec la Corse et sur la situation de celle-ci dans la chaîne alpine, *CR. Ac. Sc.*, t. CXLIX, p. 11.

en Provence, dans les Pyrénées, dans l'Est de l'Espagne, cette allure se simplifie et se rapetisse: il y a des nappes encore, mais peu nombreuses et peu étirées, et qui ne paraissent pas avoir cheminé très loin. A tout ce prolongement de la chaîne tertiaire au Nord et à l'Ouest de la Corse, il a manqué, pour devenir de véritables Alpes, l'entraînement et l'écrasement par les Dinarides: et je ne crois pas que l'on puisse imaginer, en faveur de mon hypothèse du *traineau écraseur*, d'argument plus fort que cet argument très inattendu.

La Corse — et, quand je dis la Corse, je veux dire tout le fragment corso-sarde des Altaïdes — marque donc, dans la marge méridionale de la chaîne alpine, le passage des vraies Alpes à ces Alpes dégénérées et amoindries que sont les montagnes de la Provence, les Pyrénées, les chaînons tertiaires espagnols. La Corse, d'autre part, est une barrière entre le régime alpin et le régime apennin de la grande chaîne tertiaire. Le régime apennin commence dans la Corse orientale et dans l'île d'Elbe; il se continue par l'Apennin toscan et par l'Apennin central, puis par la Calabre et la Sicile. C'est lui encore qui règne dans tout l'Atlas méditerranéen. Ce régime apennin est caractérisé par le chevauchement du massif corso-sarde *sur* le pays dinarique. Si l'on admet l'immobilité du pays dinarique, les nappes apennines ont marché *sur* les Dinarides, de l'Ouest vers l'Est, ou du Nord vers le Sud.

Je comprends dès lors le peu de ressemblance qu'il y a entre les nappes apennines et les nappes alpines. Ce sont des choses très différentes, et quant à leur essence même. Les nappes alpines, tout au moins dans les vraies Alpes, sont des *plis couchés*, empilés les uns sur les autres et laminés par le passage au-dessus d'eux d'une masse pesante. Les nappes du régime apennin me paraissent être des *lambeaux de poussée*, des sortes de copeaux, détachés de leur substratum naturel, et *glissant*, par simple translation, sur ce substratum ou les uns sur les autres. Pour employer la nomenclature que je proposais en 1906¹, les nappes alpines sont nappes du *premier genre*; les nappes apennines sont nappes du *deuxième genre*. Dans les nappes apennines, la compression des assises et par suite leur plasticité paraissent avoir été bien moindres que dans les nappes alpines: et c'est sans doute pour cela que les brèches de friction et les roches mylonitiques, rares dans les Alpes, jouent un si grand rôle dans la Corse orientale et à l'île d'Elbe. Les anomalies tectoniques de

1. P. TERMIER. La synthèse géologique des Alpes, *in* Deux conférences de géologie alpine, p. 37; Paris, Béranger, 1910.

la Tunisie et de la région de Constantine, que j'ai proposé d'expliquer par des phénomènes de charriage, paraissent toutes simples dans un régime apennin, dans un régime où la série sédimentaire se divise, par des surfaces voisines de l'horizontale (*surfaces listriques* d'Eduard Suess ¹), en des sortes de copeaux qui se déplacent les uns sur les autres. Aucune des objections qu'on a faites à ma théorie des nappes tunisiennes et constantinoises ne subsiste, si ces nappes sont de simples lambeaux de poussée, au lieu d'être d'immenses plis couchés, venus on ne sait d'où.

C'est ainsi que nous avançons, lentement et un peu à tâtons, dans la connaissance de la Méditerranée occidentale. La Corse et l'île d'Elbe nous ont appris beaucoup de choses; et, depuis deux ans, grâce à ces deux îles, bien des conceptions vagues ou fautives se sont éclaircies ou redressées.

Il n'est pas jusqu'à la différence d'âge des nappes, dans les vraies Alpes et en Provence, qui ne paraisse maintenant explicable. Cette différence me semblait autrefois confondante. Nous savons, maintenant que les nappes provençales (ou encore pyrénéennes, ou encore espagnoles) n'ont pas exactement la même histoire que les nappes alpines. Nous savons que les nappes alpines, préparées sans doute et commencées en même temps que les nappes provençales par la striction générale de toute la zone alpine, ont été achevées et singulièrement allongées par un phénomène postérieur, probablement très brusque, qui a manqué sur la Provence, sur les Pyrénées et sur l'Espagne: je veux dire l'avancée des Dinarides par-dessus le pays alpin. Rien d'étonnant, dès lors, que les dates d'achèvement des nappes, dans les vraies Alpes et en Provence, soient différentes, et que les nappes alpines nous paraissent bien plus jeunes. Au contraire, il semble y avoir contemporanéité, non pas seulement entre les nappes provençales et les nappes pyrénéennes, mais entre celles-ci et les nappes corses et elbaines: et cela se conçoit aussi très bien. L'avancée des Dinarides, en profondeur, sur le massif corso-sarde, aurait été la cause déterminante de la striction de la zone provençale: et des plis, couchés vers le Nord, se seraient formés en Provence, en même temps que, de l'autre côté de la barrière corse, des lambeaux de poussée recouvraient le pays dinarique. Somme toute, le débordement du pays dinarique sur le pays alpin, au Nord, aurait été le dernier stade de l'histoire de la chaîne tertiaire.

1. ED. SUSS, *loc. cit.*, Bd III, 23^{er} Abschnitt.

Ce qu'il faudrait savoir, à présent, c'est d'abord en quel point de la Ligurie, et de quelle manière, se fait la transition du régime alpin au régime apennin ; c'est ensuite comment se rejoignent — s'ils se rejoignent — les deux régimes au Sud-Ouest de Minorque. Ce dernier problème n'est autre que le problème du Rif marocain. Je n'en vois guère, à l'heure actuelle, de plus intéressant pour l'histoire générale de la chaîne tertiaire dans la Méditerranée.

M. Haug se rallie très volontiers à la nouvelle interprétation des relations tectoniques entre l'île d'Elbe et la Corse, que M. Termier vient d'exposer avec son autorité habituelle. Il lui semble en effet bien préférable de chercher les racines de la nappe des Schistes lustrés dans la zone axiale de la Corse, que de les placer entre cette île et l'île d'Elbe, comme le faisait M. Termier en 1907.

Séance du 21 février 1910

PRÉSIDENTE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Le Président annonce le décès de M. **Philippe Thomas** dont les travaux sur la Tunisie et les Phosphates sont si universellement connus qu'il est inutile de les rappeler ici. M. Pervinquière a représenté la Société aux obsèques de notre regretté confrère.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Louis Gustave Numile**, ingénieur civil, à Paris, présenté par MM. Colas et P. Lemoine.

Le docteur **Polo**, à Nantes, présenté par MM. Louis Bureau et A. Dumas.

Lucien Hamelin, sondeur de la maison Lippmann, à Paris, présenté par MM. Stanislas Meunier et Courty.

Eugène George, licencié ès sciences, à Paris, présenté par MM. Haug et Pervinquière.

E. Callens, ingénieur civil des Mines, à Paris, présenté par MM. Henri Douvillé et Robert Douvillé.

Une nouvelle présentation est annoncée.

Le général **Jourdy** adresse un exemplaire du numéro du 15 janvier 1910 de la *Revue générale des Sciences* contenant un article dont il est l'auteur : « Orogénie systématique et Tectonique positive. » Cet article fait suite à l'article intitulé « La loi de position en Géologie » (*Rev. gén. des Sc.*, 30 juillet 1909).

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre du Directeur du laboratoire de géologie et de minéralogie de l'Université de Grenoble annonçant que l'appareil sismologique de la Faculté des Sciences de Grenoble cessera de fonctionner à partir du 15 février 1910. Les communications relatives à ce service devront être adressées aux observatoires sismologiques de Besançon ou de Marseille.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE TECTONIQUE DU HAUT-ATLAS MAROCAIN

PAR **Louis Gentil.**

À la suite d'un premier voyage au Maroc (1904-1905) j'ai appelé l'attention des géologues et des géographes sur l'extrémité occidentale du Haut-Atlas marocain. J'ai fait ressortir, à diverses reprises, comment il fallait renoncer à la conception de l'explorateur anglais J. Thomson qui arrêta la haute chaîne au col des Bibaoun et à la vallée de l'ouad Semnara, soit à une distance de 80 à 100 km. des côtes. J'ai, en effet, montré comment il fallait voir, dans les anticlinaux descendus des hauteurs de plus de 2000 m., avec abaissement d'axes très accusé, la trace des plis alpins jusqu'au bord de la mer et par suite le prolongement de l'Atlas jusqu'au cap R'ir.

Sans discuter les arguments qui m'ont amené à formuler cette conclusion, M. Brives a, dans un gros ouvrage sur le Maroc qu'il a fait paraître l'été dernier, formellement pris parti pour la conception de Thomson ; mon confrère se borne seulement à affirmer « que les plis anciens de l'Atlas ne vont pas se terminer à la côte ouest vers Agadir »¹, ce que je n'ai jamais dit ; ce qui n'aurait pu être, d'ailleurs, la preuve que j'eusse invoquée en faveur du prolongement de la chaîne tertiaire.

Mes observations nouvelles me permettent de confirmer, en mieux précisant, ce que j'ai exposé concernant ce côté intéressant de l'histoire de la grande chaîne africaine.

Il existe deux séries de plis bien distincts dans la zone littorale du Sud-Marocain. Les uns, comme celui du djebel Hadid, du cap Tafetneh, de Tagragra, de Bou Zergoun, sont des brachyanticlinaux qui surgissent de la région tabulaire crétacée et font apparaître le Jurassique et parfois même le Trias (djebel Hadid, cap Tafetneh, etc.). Les autres, comme celui du cap R'ir et celui d'Agadir, descendus des sommets du Haut-Atlas, peuvent se poursuivre sur de grandes étendues jusqu'à la côte, où ils disparaissent sous la mer.

Ces deux derniers plis doivent être considérés comme continuant la haute chaîne qui vient ainsi *plonger sous l'Océan entre le cap R'ir et la forteresse d'Agadir.*

Il faut donc admettre que la chaîne du Haut-Atlas se poursuit non seulement jusqu'à la côte atlantique, mais en profondeur, par ennoyage de ses plis sous les eaux de l'Océan, pour réapparaître aux Canaries et aux Iles du Cap Vert et bien au delà,

1. A. BRIVES. *Voyage au Maroc*. Alger, 1909, p. 559.

dans les Antilles, marquant ainsi le passage du grand géosynclinal méditerranéen.

Je me propose de revenir assez prochainement sur cette question. J'aurai également à insister sur un fait que je me borne à citer aujourd'hui à savoir que tous les plis tertiaires de l'Atlas occidental sont déversés vers le Nord tandis que, ainsi que je l'ai fait remarquer dans mes publications antérieures, les plis carbonifères (chaîne hercynienne) sont généralement, dans l'Atlas, déversés en sens contraire.

Ce déversement des plis alpins porte invariablement sur les plis continus dont le type est celui du cap R'ir ou sur les brachyclinaux de la région tabulaire lesquels, sans appartenir à la chaîne proprement dite, résultent des mêmes efforts orogéniques que les premiers.

Si l'on songe que toute la région située au Nord de l'Atlas n'a plus été plissée depuis le Trias¹, on est frappé de voir que tout se passe comme si *le Haut-Atlas avait des tendances à venir s'écraser sur la Meseta marocaine*, sorte de pilier résistant de l'écorce terrestre.

Ce fait ajoute encore aux caractères alpins déjà indiscutables, et sur lesquels j'ai maintes fois insisté, des plis récents de l'Atlas marocain, malgré la grande disproportion des efforts orotectoniques qui ont simultanément édifié les Alpes d'Europe d'une part, les Alpes du Maroc de l'autre.

RESTES D'*ELEPHAS PRIMIGENIUS* SOUS LE SABLE DES LANDES

PAR Édouard Harlé.

M. Dubalen, conservateur du Musée de Mont-de-Marsan, m'ayant signalé qu'il avait trouvé des restes d'*Elephas primigenius* en dessous du Sable des Landes, j'ai été examiner les échantillons et visiter le gisement.

Les échantillons sont au Musée de Mont-de-Marsan. Ils appartiennent, d'après moi, aux animaux suivants :

Elephas primigenius BLUM. — Une mâchoire inférieure, avec ses molaires, et deux molaires supérieures, pièces provenant toutes d'un même individu. En outre, quelques os, dont un humérus d'un sujet extrêmement jeune.

Les molaires sont en très bon état. Leur usure est peu avancée. Voici la description d'une des molaires supérieures. Nombre des lames,

1. L. GENTIL. Rapport sur une mission scientifique au Maroc en 1908. *Nouv. Arch. des Miss. scientif.*, t. XVIII, p. 29-71, et *B. S. G. F.*, IX, 1909, p. 224. .

compris talons : 22 (il manque peut-être, en outre, un talon postérieur). Longueur totale mesurée perpendiculairement aux lames : 220 mm. Il en résulte que l'écartement moyen de deux lames consécutives, d'axe en axe, est 10 mm. Largeur maxima : 87 mm. Longueur, de bas en haut, de la plus longue lame : 185 mm. Épaisseur de l'émail : 1 mm. 5. L'émail n'est généralement pas festonné. Les figures des lames ont la forme ordinaire chez l'*El. primigenius*. Le nombre des lames prouve que cette molaire est la dernière, M3, et ses dimensions montrent que le sujet, bien qu'adulte, n'était pas grand.

Rhinoceros. — Un sabot de doigt médian.

Equus. — Portion de canon.

Tous ces échantillons ont été recueillis à 1 km. de Magescq (Landes), dans l'exploitation d'argile à tuiles de M. Desbons, tout contre et à droite de la route de Dax à Magescq, à une centaine de mètres après la borne kilométrique 11 (à 15 km. de Dax). Ils étaient dans une argile bleue, surmontée par une couche compacte de 2 m. de Sable des Landes qui forme la surface du sol et qui contient, dans le haut, un banc d'alias. L'emplacement du gisement fait partie du plateau du Sable des Landes, plateau en pente douce et couvert d'une forêt de pins maritimes.

On doit donc conclure, comme M. Dubalen, que les restes d'*El. primigenius* étaient recouverts de Sable des Landes et qu'ils sont par conséquent plus anciens que lui. Les premiers *El. primigenius* datant du Quaternaire ancien (Forest-Bed), le dépôt de ce sable à Magescq remonte, tout au plus, à cette époque : il est donc quaternaire. Je rappelle que M. Linder et, plus tard, M. Fallot ont admis que le Sable des Landes est quaternaire, conclusion qu'ils ont basée sur la découverte d'*Helix nemoralis* et de *Cyclostoma elegans*, sous quelques mètres d'un sable qui lui fait suite, à Léognan (Gironde), et sur des considérations générales¹.

Depuis les débuts du Quaternaire, cette région, ainsi que je l'ai montré², n'a jamais été sensiblement plus bas que maintenant. D'autre part, notre gisement est à environ 40 mètres d'altitude. Ce gisement n'a donc jamais été recouvert par la mer, d'où résulte que l'apport du Sable des Landes qui le surmonte n'est pas un phénomène marin. Il n'est pas dû non plus au vent, car ce sable contient quelques grains de plusieurs millimètres de longueur, comme bien souvent le Sable des Landes : dans le

1. LINDER. Communication à la Société linnéenne de Bordeaux, le 15 décembre 1869.

FALLOT. Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux, 1895.

2. HARLÉ. Observations sur l'altitude du département de la Gironde pendant le Quaternaire. *B. S. G. F.* 1894, p. 532.

sable de nos dunes, tous les grains sont petits. Mais je ne puis naturellement savoir si cet apport est le dépôt tout à fait primitif ou un remaniement ancien. C'est une réserve qu'il est prudent de faire pour une matière aussi facile à déplacer que le Sable des Landes. Je suis d'ailleurs porté à croire qu'à une certaine profondeur sous l'argile bleue, il y a aussi du Sable des Landes, dont l'apport, qu'il soit primitif ou non, est naturellement antérieur.

Je profite de cette occasion pour signaler une autre découverte intéressante de M. Dubalen : Dans l'exploitation d'argile à tuiles de M. Duboy, à 1 km. et demi au Sud-Ouest d'Horsarrieu, près Hagetmau (Landes), M. Dubalen a recueilli quelques restes qui, d'après les déterminations faites de concert par M. Stehlin et moi, sont d'un Anoplothériné, probablement le *Diplobune Quercyi* FILHOL, et d'un *Plagiolophus* de la taille de *P. annectens*. C'est du Sannoisien. Ces curieux échantillons appartiennent aussi au Musée de Mont-de-Marsan.

DE L'ACTION DES POUSSÉES VENANT DU SUD
SUR L'ALLURE DES ASSISES PALÉOZOÏQUES DU NORD-OUEST
DE LA FRANCE

PAR **Jules Bergeron.**

J'ai signalé dans la région de Camaret près Brest¹ une série de faits d'où j'ai conclu que la presqu'île armoricaine avait subi deux sortes d'efforts : les uns venus du Nord auraient produit le charriage qui faisait l'objet de ma note ; les autres agissant du Sud au Nord auraient provoqué des failles. Cette différence dans les effets n'implique pas des causes différentes : les charriages venus du Nord peuvent n'être que des contre-coups d'efforts agissant du Sud vers le Nord. Actuellement je ne puis démontrer qu'il en est ainsi ; mais il m'a paru intéressant de rechercher les traces de ces derniers efforts dans les terrains anciens de la Bretagne.

On sait que la presqu'île armoricaine est traversée du Nord-Ouest au Sud-Est par trois bandes de terrains paléozoïques, avec faunes caractéristiques, allant du Cambrien au Carbonifère inclusivement. Elles correspondent à autant de plis synclinaux dont le bord méridional, ainsi que l'ont établi les beaux travaux de M. Charles Barrois, est limité par une faille inverse. Celle-ci est le résultat d'une poussée venant du Sud. Mais pour l'établir il convenait de voir comment se comportaient les terrains primaires au contact ou au voisinage de ces failles limites.

Il m'a paru qu'il était préférable de choisir, parmi les terrains primaires, les sédiments carbonifères parce que, en plusieurs points, ils renferment de la houille qui a été exploitée. Dans ce cas, les travaux souterrains fournissent des renseignements, introuvables ailleurs, sur l'allure des couches. Malheureusement ces gîtes sont pauvres et le plus souvent ils ont été abandonnés ; on n'en possède que rarement les plans et encore ces plans n'ont-ils pas toujours été tenus à jour par les exploitants. Il en résulte que nous n'avons sur ces dépôts que des renseignements assez vagues ; parfois cependant il est possible d'en tirer parti, ou du moins j'ai essayé de le faire.

Des trois plis armoricains, le plus méridional est jalonné par

1. J. BERGERON. Sur l'existence probable de nappes de charriage en Bretagne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, [4], IX, 1909, pp. 13-19.

les exploitations houillères de Chantonay, Faymoreau et Saint-Laurs ; on le désigne souvent sous le nom de synclinal vendéen.

Le pli médian renferme les bassins de Plogoff, Kergogne et Ancenis ; il disparaît vers le SE. au delà d'Ancenis sous les dépôts secondaires, C'est le synclinal de Plogoff-Ancenis.

Enfin le troisième pli, le plus septentrional, passe par Brest, Quimper et Laval. Il ne renferme que le lambeau houiller qui a été exploité à Saint-Pierre-La-Cour ; il est désigné sous le nom de synclinal de Quimper.

On ne possède sur les dépôts houillers du synclinal vendéen que peu de documents. Fournel en donna une première description en 1836. Il décrivit les caractères lithologiques des affleurements et parla de la forte inclinaison des couches vers le Sud. Près de la localité de la Margelle, un puits aurait rencontré le Houiller avec un plongement vers la localité du petit Lay, c'est-à-dire avec un plongement vers le NE. Fournel en conclut que, en profondeur, il y a torsion des couches. Il donne de cet accident une coupe qui ne laisse aucun doute sur ce qu'il veut dire (*op. cit.*, pl. iv, fig. 3). D'une manière générale, l'allure des couches est celle d'un synclinal ; cependant, près de Faymoreau, celles-ci seraient pliées à angle droit par rapport au plongement général. De plus, à l'extrémité de ce pli, les couches seraient brisées, en lambeaux discontinus. Je n'ai pu vérifier l'exactitude de ces dires, mais il n'est pas douteux que Fournel n'ait déjà reconnu que l'allure en fond de bateau du bassin vendéen était plus apparente que réelle. De plus, Fournel admettait l'existence d'une faille importante dont « la largeur, dit-il, augmente à mesure que l'on s'enfonce davantage en profondeur ». Le croquis que donne l'auteur à l'appui de cette manière de voir n'est pas clair et je crois qu'il y a eu erreur de sa part, non en ce qui concerne la faille, qui existe bien, mais en ce qu'il a cru que deux couches qui divergent étaient deux lambeaux d'une même couche intéressée par une faille. Cette manière d'expliquer les faits résulte de ce qui se voit à Saint-Laurs (voir plus loin p. 170).

Dans le cours de son étude, Fournel¹ décrit soigneusement les couches constituant le bassin, mais pas une fois il ne donne d'éléments de comparaison entre les assises des deux côtés du bassin et cependant il en admet l'allure synclinale. Il note quelques faits intéressants : par exemple dans l'exploitation de

1. FOURNEL. Étude des gites houillers et métallifères du bocage vendéen, 1836, in-4°. Atlas in-folio.

la Blanchardière, l'inclinaison des schistes de transition serait en sens inverse de celle du terrain houiller (*op. cit.*, p. 89). Il y a en effet une indépendance très remarquable entre l'allure des couches de houille et celle de leur substratum. De plus, Fournel mentionne qu'un puits de 18 mètres de profondeur a rencontré un repli du Houiller; à Faymoreau, comme à la Blanchardière, les travaux d'exploitation ont été entrepris sur un pareil accident (*op. cit.*, p. 101). Enfin il fait remarquer que les schistes présentent des renflements subits entre les lits de houille qui, par contre-coup, offrent dans une même couche de grandes variations d'épaisseur.

Si j'insiste tant sur les observations de Fournel c'est qu'elles sont fort exactes, bien supérieures, à ce point de vue, à celles qui ont été faites après les siennes et qu'elles donnent des renseignements sur d'anciens travaux aujourd'hui abandonnés.

Plus de quarante ans plus tard, M. Devillaine, ancien directeur des Mines de Vendée, consigna dans un mémoire étendu les résultats des recherches qu'il avait faites dans la région en collaboration avec M. Bally, de Faymoreau¹. Depuis l'époque de l'apparition du mémoire de Fournel, de nouveaux travaux avaient été exécutés dans le bassin. Vers 1840 on ouvrait les exploitations d'Espagne et de Saint-Laurs. Enfin en 1876 un sondage placé près de la Caillère, au lieu dit le Vraud, avait rencontré le Houiller sous cinquante mètres de Jurassique. Il établissait ainsi d'une façon certaine que les sédiments houillers des différentes concessions de la grande bande de la Vendée, dont les affleurements sont séparés par des dépôts jurassiques, se continuent les uns les autres.

Mais l'auteur ne donne aucun renseignement sur la composition ni sur l'allure du Houiller. Pour lui, il y aurait eu succession de dépôts formant cuvettes empilées les unes dans les autres. Ces assises d'ailleurs appartiendraient à des formations différentes, renfermant chacune un certain nombre de couches de houille. Puis postérieurement au dépôt de ces sédiments, il se serait produit au N. et au S. un double soulèvement, dû suivant M. Devillaine à des éruptions. Une pression exercée du N. au S. aurait couché les assises houillères et y aurait produit une série d'accidents tels que : écrasements, refoulements du charbon par places, enfin rejets. Si l'on se reporte à la coupe passant par le puits Sainte-Clotilde de la concession de Saint-Laurs (fig. 2, p. 171),

1. LÉON DEVILLAINÉ. Notice sur le bassin houiller de la Vendée. *Bull. Soc. Ind. min.*, [2], XX, 1881, p. 535.

on comprend ce que l'auteur a observé sans l'expliquer : en profondeur les couches sont sensiblement parallèles entre elles tandis que, près du jour, certaines semblent se renverser puisque du plongement S., elles passent, sur le bord méridional du bassin, au plongement N. Ce serait cette dernière allure qui aurait fait considérer le bassin vendéen comme étant un synclinal.

A une époque plus récente, M. Barrois, dans un mémoire¹ qui n'avait pas pour but spécial l'étude de ce bassin, signalait ses relations avec une faille qu'il désignait sous le nom de faille de Chantonay ; son bord S. serait relevé tandis que son bord N. serait affaissé. C'est dans la dépression résultant de cette cassure que se seraient conservés les sédiments houillers et jurassiques.

Ayant eu occasion de m'occuper du Houiller de Saint-Laurs, j'ai constaté que l'étude aux affleurements était très difficile par suite de l'abondante végétation du pays. Mais j'ai eu communication de coupes relevées il y a plusieurs années au niveau de trois puits ; bien que très convaincu de leur inexactitude², je crois bon de les reproduire et de chercher à les interpréter parce qu'elles mettent en évidence certains faits importants qui doivent être vrais ; c'est ainsi qu'aucune dislocation, aucune faille n'y a été tracée, mais les couches ayant été arrêtées là où les exploitants les avaient perdues on peut reconnaître ainsi ces accidents. Parfois les couches sont indiquées comme se raccordant les unes aux autres et formant une sorte de lacis ; le fait n'est pas probable ; il faut bien plutôt admettre que c'est là une interprétation, personnelle au dessinateur, du fait que les couches sont très irrégulières comme je le dirai plus loin.

Dans toutes les coupes on peut distinguer deux faisceaux de couches³ : celui qui occupe la partie méridionale du bassin ou faisceau méridional, qui plonge vers le N. ; l'autre correspond à la partie septentrionale de ce même bassin ; c'est le faisceau septentrional, qui plonge vers le S. Il en résulte que les deux faisceaux semblent devoir se rejoindre en profondeur de manière à former un synclinal ainsi qu'il a été généralement admis ; mais il n'en est rien ; en profondeur, au contraire, les deux faisceaux deviennent sensiblement parallèles. Les coupes sont certainement exactes sur ce point, puisque c'est également l'allure observée dans le bassin houiller de Chalennes (voir p. 174).

1. BARROIS. Répartition des îles méridionales de la Bretagne et leur relation avec les failles d'étirement. *Ann. Soc. Géol. du N.*, t. XXVI, p. 2, 1897.

2. Il ne m'a pas été possible de vérifier ces coupes par moi-même parce que les travaux qui ont été permis de les établir ont été abandonnés depuis longtemps et ne sont plus praticables.

3. Voir figures 1, 2 et 3. Toutes ces figures sont la reproduction de calques qui m'ont été communiqués.

Pour une même coupe, les couches des deux faisceaux présentent des compositions chimiques et des caractères lithologiques différents; on ne peut cependant en conclure que les couches des deux faisceaux ne se font pas suite, car étant donné le mode de formation des dépôts houillers, un même horizon peut présenter de grandes variations dans sa composition, comme dans son allure.

En direction les couches de houille sont affectées de serrées et de renflements : parfois des bancs de grès semblent pénétrer dans

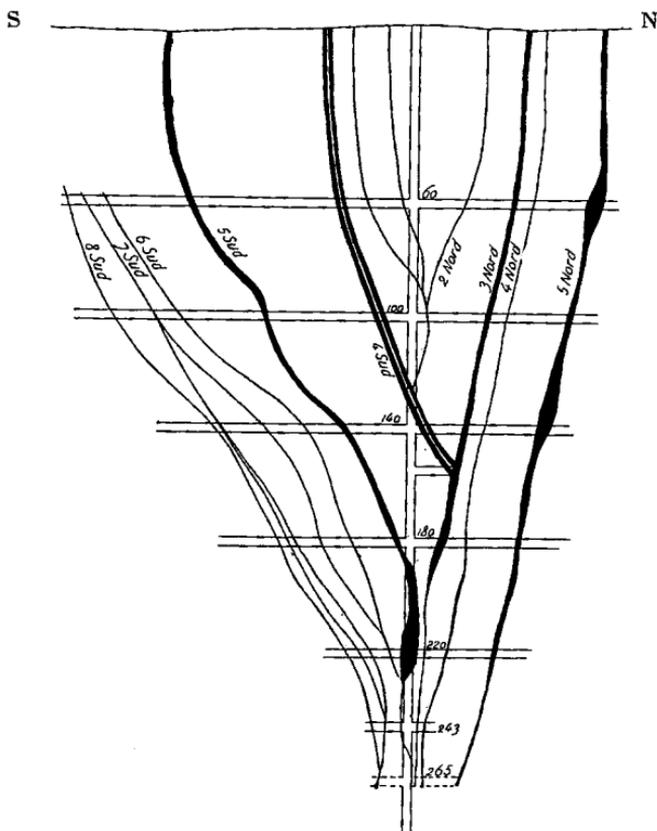


Fig. 1. — Coupe NS. passant par le puits Sainte-Claire. — 1/3 000.

les lits de houille qui forment autour des grès un vrai réseau charbonneux comme s'il y avait eu intrusion.

Examinons maintenant chacune de ces coupes, en nous avançant du Nord-Ouest au Sud-Est.

Coupe NS. passant par le puits Sainte-Claire (fig. 1). — La partie supérieure de cette coupe confirme pleinement ce que j'ai dit de l'impression que l'on éprouve relativement à l'allure des couches; l'étude de détail montre qu'il y a là une fausse apparence

de synclinal. La veine 4 du faisceau méridional vient buter contre la veine 3 du faisceau septentrional ; cette dernière veine d'ailleurs au niveau de 200 mètres environ se termine brusquement. D'autre part la veine 5 du faisceau méridional, après s'être avancée vers le Nord, comme pour rejoindre une des veines du faisceau septentrional, prend une direction verticale au niveau du puits qui la traverse sur une certaine longueur. Elle disparaît d'ailleurs brusquement. D'une manière générale, en profondeur, les deux fais-

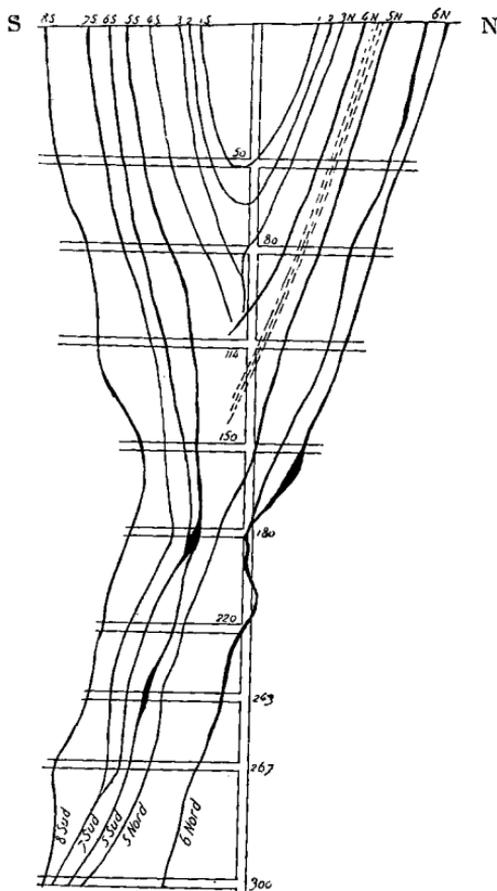


Fig. 2. — Coupe NS. passant par le PUIS SAINTE-CLOTIDE. — 1/3 000.

ceaux tendent à devenir parallèles en se rapprochant de la verticale. Le changement d'allures en profondeur est plus sensible pour les couches du faisceau méridional que pour celles du faisceau septentrional. Car, après avoir plongé vers le Nord, elles s'infléchissent de manière à devenir verticales ; il y en a même une, la veine 7, qui aurait une tendance à prendre un plongement S.

Il me semble que tous ces faits pourraient s'expliquer ainsi : il

y aurait eu, postérieurement au dépôt des couches houillères dans un synclinal, renversement du flanc méridional de ce pli, puis cassure sensiblement suivant son axe; cette cassure passerait par les points où j'ai signalé la terminaison brusque des couches de houille et aussi par le point où la veine 4 du faisceau méridional bute contre la veine 3 du faisceau septentrional. En profondeur, cet accident passerait entre les deux faisceaux. Le fait que les couches du faisceau méridional ont subi un changement de plongement me porte à penser que la poussée a dû se faire sentir du Sud vers le Nord et qu'il a pu y avoir remontée du faisceau sud sur le faisceau nord.

Coupe NS. passant par le puits Sainte-Clotilde (fig. 2). — Cette coupe a été relevée à 800 mètres de la précédente, en allant vers l'Est. On y reconnaît toujours un faisceau N. et un faisceau S. D'après l'ancien directeur, les veines portant les mêmes numéros ne se correspondent pas d'une coupe à l'autre; cette opinion était fondée sur le fait que la composition des charbons n'était pas la même. Cette raison n'est à coup sûr pas suffisante; mais dans le doute sur l'assimilation possible entre ces couches, je ne la ferai pas et je chercherai à interpréter la coupe en elle-même.

L'allure des couches du faisceau méridional est plus nette que dans la coupe précédente: après avoir présenté un plongement nord, elles prennent un prolongement sud, tandis que le faisceau septentrional conserve son plongement sud. Cela me confirme encore dans mon opinion que la poussée venait du Sud. — Dans la partie haute de la coupe, quelques minces couches des deux faisceaux ont été reliées entre elles de manière à former un synclinal, mais l'existence de ce pli n'est rien moins que prouvée. Par contre certains faits sont bien établis: c'est la disparition vers le Sud de la veine 4 N. qui n'a pas été reliée à la veine 4 S. bien que les extrémités de toutes deux fussent très voisines; c'est la preuve que les exploitants ont bien constaté qu'il n'y avait pas raccord entre elles. Il y a donc là certainement passage d'une faille. De plus entre les veines 4 N. et 5 N. passe un conglomérat qui s'arrête brusquement vers le Sud et dont l'interruption aussi brusque ne peut s'expliquer que par une faille. Enfin plus profondément les deux faisceaux deviennent et restent encore sensiblement parallèles entre eux. La faille soupçonnée passerait entre les deux faisceaux et couperait le conglomérat et la veine 4 N. Il est à remarquer que dans le faisceau septentrional la veine 6 N. présente des gondolements avec des renflements, accidents qui accompagnent souvent les refoulements.

Dans la coupe du puits Sainte-Clotilde, nous retrouvons donc très vraisemblablement une faille passant encore entre les deux faisceaux ; enfin l'allure déjà signalée dans la coupe précédente s'accroît pour le faisceau méridional : il prend l'aspect d'un anticlinal couché sur le faisceau septentrional.

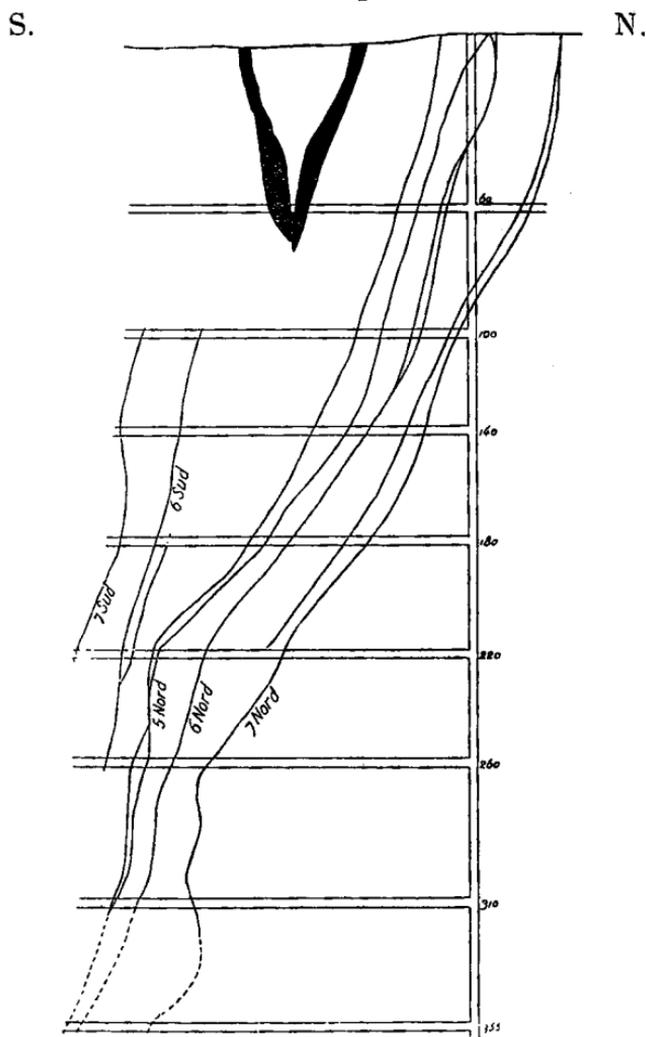


Fig. 3. — Coupe NS. passant par le puits SAINT-LAURENT. — 1/3 000.

Coupe NS. passant par le puits Saint-Laurent (fig. 3). — Ce puits est situé à 1200 mètres du précédent ; c'est le plus oriental de la concession de Saint-Laurs. Les couches de houille y sont moins puissantes que dans les autres régions déjà étudiées, sauf dans la partie supérieure où se voient, pour ainsi dire, deux amas en contact formant un V. Il est à remarquer que la branche septentrionale se prolonge en profondeur de quelques mètres au-

dessous de la branche sud. Il y a là un accident qui trouverait son explication dans le passage d'une faille au point de rencontre des deux branches ; celles-ci appartiendraient à des couches différentes, mais ramenées par faille au contact l'une de l'autre. Il est d'ailleurs impossible de rapporter ces couches à aucune de celles vues dans les coupes précédentes.

En résumé dans cette coupe on retrouve encore une faille très vraisemblablement située dans le prolongement de celle signalée dans les deux autres coupes. L'anticlinal couché qui correspond au faisceau méridional n'est plus représenté que par la partie des couches qui plonge vers le Sud ; le genou du pli, s'il existait, se trouverait à une cote bien supérieure à celle qu'il occupait dans la coupe précédente ; il a du être enlevé par érosion.

De l'étude de ces trois coupes, on peut tirer les conclusions suivantes :

Le bassin vendéen présentait primitivement la forme d'un synclinal orienté NW.-SE. Sous l'action de forces venues du Sud, *sensu lato*, le flanc méridional de ce pli s'est renversé sur le flanc septentrional en se ployant de manière à esquisser un anticlinal tel que celui observé aux puits Sainte-Clotilde et Sainte-Claire (fig. 2 et 1). De plus, une faille orientée comme le bassin, suivant la direction NW.-SE. aurait permis au flanc méridional ainsi plissé de glisser sur l'autre flanc. Il semble bien qu'il y ait là une faille parallèle à celle signalée par M. Barrois, faille qui borde le bassin vers le Sud et qui est inverse.

Le pli Plogoff-Ancenis renferme également des dépôts houillers formant une grande bande d'une centaine de kilomètres de long et de 9 500 mètres de large à Ancenis. Elle a été l'objet de plusieurs concessions. Celle qui est la plus connue parce que c'est la seule actuellement exploitée est la concession de Chalonnnes. M. Fages en a donné vers 1854 une coupe dans laquelle on voit un grand luxe de détails ; néanmoins d'après le dire des exploitants actuels, elle ne serait pas exacte. Cette coupe a été reproduite par plusieurs auteurs : LARIVIÈRE, Angers et l'Anjou (*Congrès de l'A. F. A. S.*) ; Général JOURDY, Le sillon de Bretagne (*Bull. Soc. Sc. Nat. de l'Ouest de la France* (2), IX, p. 37, pl. XII). D'autre part Roland-Banès a donné de ce bassin plusieurs études¹.

Plus récemment M. Davy a cherché à mettre au point nos con-

1. ROLAND-BANÈS. Notice sur le terrain anthracifère des bords de la Loire aux environs de la Haie-Longue entre Rochefort et Chalonnnes (Maine-et-Loire). *Ann. Soc. linnéenne du Département de Maine-et-Loire*, 1^{re} année, vol. I, pl. III, fig. 1.

Notice sur le terrain anthracifère de Maine-et-Loire et de la Loire inférieure au double point de vue géologique et industriel. *Recueil des publications de la Société nationale havraise d'Études diverses pour l'année 1872*. Pl. 1, fig. 2, p. 51.

naissances sur le bassin de Chalennes¹. Enfin M. O. Couffon publie actuellement une série d'études très documentées sur les *Mines de Charbon en Anjou*².

De l'examen de tous ces documents on peut conclure que dans la partie supérieure, près des affleurements, les couches qui appartiennent encore à deux faisceaux semblent avoir l'allure d'un pli synclinal ; mais en profondeur il n'en est plus rien : elles ont un plongement qui s'accuse progressivement, elles finissent par devenir verticales. Il en est ainsi jusqu'à la profondeur de 586 mètres, point le plus bas atteint par les exploitants. C'est une allure absolument comparable à celle que nous avons observée dans le bassin de Saint-Laurs. Mais il y a encore d'autres analogies : des deux faisceaux de couches le faisceau méridional présente encore des traces de ploiement bien plus accusées que dans le faisceau septentrional. Les couches y sont ondulées, avec de nombreux accidents tels que crochons, déchirures, etc. ; par places les couches de houille s'épaississent ; ce sont des amas formant les *houillards* ou *brouillards* des ouvriers. La description que M. Davy a donnée de ces couches pourrait s'appliquer à celles de Saint-Laurs.

M. le général Jourdy considère l'allure singulière de ce bassin comme caractéristique de ce qu'il appelle un *synclinal crevé*³, c'est-à-dire effondré dans une fosse située à la partie inférieure du pli et résultant du plissement des couches. J'avoue ne pas bien comprendre par suite de quels phénomènes aurait pu se produire un vide au niveau d'un synclinal, région où d'ordinaire il y a un maximum de compression.

Il n'est pas possible, d'après les descriptions, de se rendre compte si, dans ce bassin, il y a une faille entre les deux faisceaux comme dans celui de Saint-Laurs. Nous ne possédons d'ailleurs aucun renseignement précis sur le faisceau septentrional qui paraît n'avoir été que peu, sinon même pas du tout exploité. Mais dans ce même pli d'Ancenis nous savons qu'il existe plusieurs failles d'ailleurs très bien reconnues. De Nort à Ancenis, il est divisé en deux synclinaux entre lesquels passe une grande faille orientée EW. qui longe le bord méridional du synclinal houiller ; elle amène au jour le Précambrien et le Grès armoricain : c'est une faille inverse dont la lèvre méridionale s'est élevée par rapport à la lèvre septentrionale. A l'Est de Chalennes le géosynclinal d'Ancenis est également affecté de deux synclinaux ; on y voit

1. DAVY. Ce que l'on croit savoir aujourd'hui sur la constitution des environs de Chalennes-sur-Loire. *Bull. Soc. d'Études scientifiques d'Angers*, 1905.

2. *Revue de l'Anjou*. N^{os} de juin, juillet, août, septembre, novembre 1909, janvier, mars 1910.

3. *Op. cit.*, p 38.

encore une faille ramener le Précambrien au contact du Houiller sur le bord méridional du pli.

Donc dans le pli d'Ancenis une poussée, venant du Sud, a provoqué la formation d'une faille inverse, comme dans le pli vendéen, mais ici la faille a intéressé des assises stéphanienues.

Le pli de Brest-Laval-Sablé ne renferme qu'un bassin houiller, celui de Saint-Pierre-la-Cour, sur l'allure duquel je ne possède aucun renseignement. Ce qui en est connu, c'est que le Houiller y repose en discordance de stratification sur les assises primaires plus anciennes.

Si pour ce pli, je ne puis avoir recours à l'allure du Houiller, du moins l'allure des couches plus anciennes présente un grand intérêt ainsi que j'ai pu m'en rendre compte sur place. J'ai recoupé ce pli à plusieurs reprises, notamment à Saint-Jouan-sur-Ille et à Saint-Germain. Là, les grès armoricains redressés jusqu'à la verticale forment un véritable mur sur le bord sud du synclinal. En réalité, sous l'action d'une poussée venue du Sud, il y a eu formation d'un anticlinal dont le flanc septentrional est presque vertical; puis une faille s'est produite de telle sorte que le pli s'est rompu en même temps que le flanc méridional subissait un exhaussement; autrement dit, il y a eu faille inverse. Puis les érosions ont fait disparaître les couches du flanc méridional aussi bien que la partie axiale de l'anticlinal; cette dernière étant constituée par des schistes précambriens a été facilement attaquée. Finalement il n'est resté que le flanc septentrional du pli, parce qu'il était formé par des grès armoricains plus résistants que les schistes. Il se dresse maintenant comme un véritable mur vertical, parfois avec un léger devers vers le Nord.

C'est ce même pli dont M. D. P. OEhlert¹ a étudié récemment la terminaison orientale du côté de Sablé. Il a signalé l'existence de couches redressées sous l'action d'une poussée venant du Sud; de plus il a attiré l'attention sur le fait qu'il y a même eu déversement vers le Nord des couches plissées: « parfois, dit-il, les couches deviennent presque horizontales avec chevauchement dans cette même direction ».

Dans l'intérieur du pli, absolument comme il a été vu dans le pli d'Ancenis, il s'est encore formé, au Nord de Laval, sous l'action de cette même poussée venant du Sud, un double pli « dont l'anticlinal sud s'est transformé par places en pli-faille ». Du côté de Sablé, les accidents dus à cette même poussée semblent être plus

1. D. P. OEHLERT. Tectonique des terrains paléozoïques au NW. et au N. de Sablé (Sarthe), *CR. Ac. Sc CXLVIII*, p. 391. 15 Février 1909.

nombreux et plus importants. D'après ce que dit M. D. P. Oehlert, il y aurait même eu, sous cette même action, de vrais charriages venant du Sud¹.

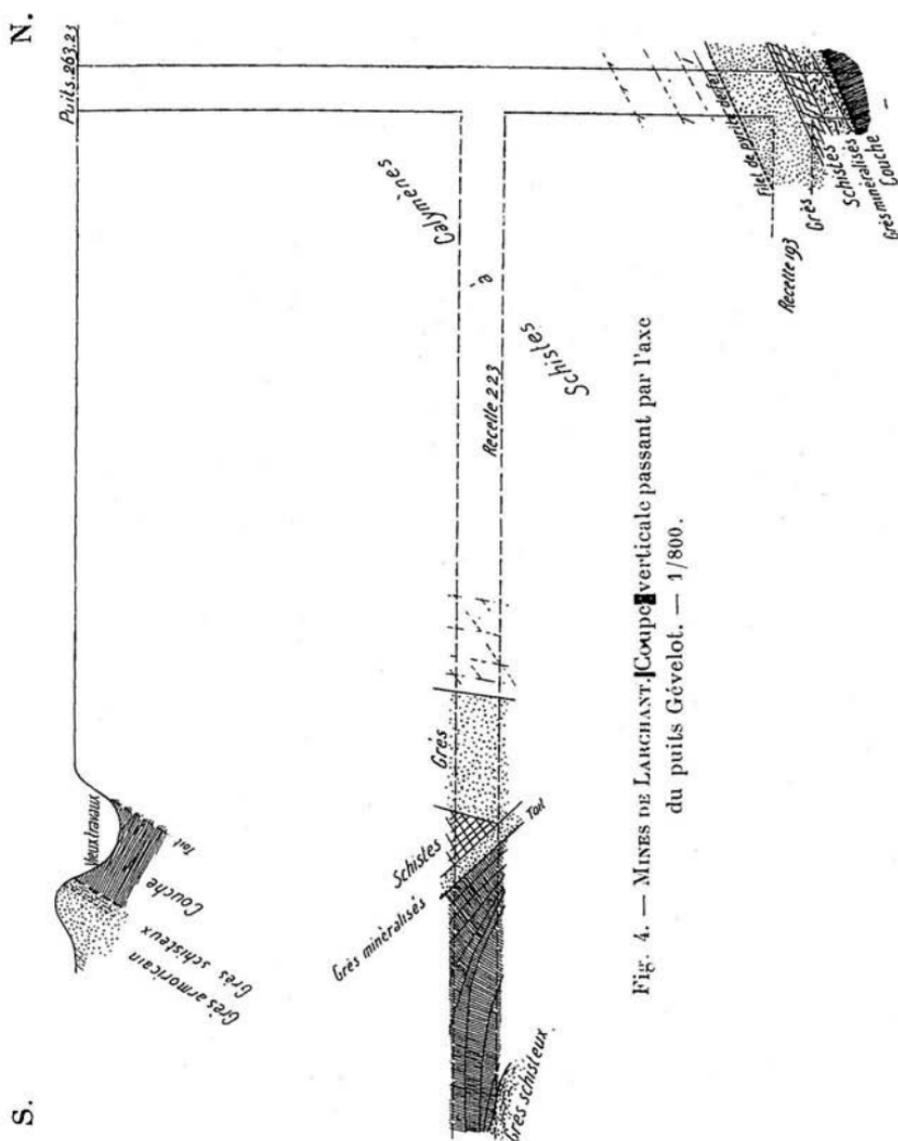


Fig. 4. — MINES DE LARCHANT. Coupe verticale passant par l'axe du puits Gévelot. — 1/800.

1. Depuis que ces lignes ont été écrites, la Société géologique a tenu sa réunion extraordinaire dans la Mayenne (septembre 1909). Nous avons été à même de constater l'exactitude de tous les faits signalés par M. D. P. Oehlert. Il est certain que les poussées venant du Sud ont produit dans l'intérieur du bassin des phénomènes de plissement, de renversement et même peut-être de chevauchement plus importants que ceux signalés dans la note précitée (voir *Compte Rendu sommaire* n° 13, 1909) [Note insérée le 30 janvier 1910].

Dans ce pli de Quimper-Laval-Sablé l'action prédominante des forces venant du Sud est de toute évidence.

On retrouve des traces de cette même poussée encore plus au Nord, en Basse-Normandie. Les grès armoricains forment au niveau de Domfront une grande bande orientée sensiblement EW. Les couches y sont parfois redressées jusqu'à la verticale, mais avec un plongement très marqué vers le Nord; c'est encore un anticlinal à flanc septentrional parfois très raide. Ce pli s'est évidemment formé sous un effort de poussée venant du Sud.

Il en est de même pour la bande passant par Le Chatelier. On y trouve plusieurs exploitations de minerai de fer notamment celle de Larchant. Les travaux d'exploitation ont permis d'y reconnaître l'allure donnée par la figure 4. Aux affleurements les couches de grès armoricains inférieures au minerai de fer plongent vers le Sud. Une galerie faite à 40 mètres de profondeur et dirigée vers le Sud a rencontré le minerai à 68 mètres du puits, tandis que l'ouverture de ce puits n'était distante des affleurements que de 64 mètres. Il y a donc eu comme dans les exemples cités par M. OEhlert, un véritable déversement des couches vers le Nord.

On peut retrouver encore plus au Nord des traces de cette même poussée, par exemple sur la bordure méridionale du bassin de Falaise: là encore les grès armoricains, fortement redressés avec un plongement nord, correspondent aux restes d'un anticlinal comparable à ceux dont j'ai parlé précédemment.

Mes études ne m'ont pas conduit dans une région plus septentrionale de la Basse Normandie; mais je ne doute pas, étant donnée la généralité des faits signalés dans tous les synclinaux du Nord-Ouest de la France, que ces mêmes poussées venues du Sud ne se soient fait sentir dans toute cette région.

La similitude des plis carbonifères de l'Ouest et de l'Est de la France a été signalée depuis longtemps, aux points de vue de l'âge comme de la composition géologique. Mais d'après les faits que je viens de signaler il y a de plus similitude d'allure. En effet dans les deux régions, c'est sous l'action de forces venues du Sud (*sensu lato*) que les couches se sont plissées et parfois déplacées. Mais en Bretagne comme en Normandie, il semble que les charriages n'aient intéressé le plus souvent que des assises plus anciennes que celles constituant les nappes reconnues dans le Nord de la France et dans le bassin de Sarrebrück¹. Cette diffé-

1. J. BERGERON. Le Bassin houiller de Lorraine. *CR. mensuels de la Soc. de l'Industrie minière*. Réunion du 4 juillet 1906, p. 302.

rence s'explique si l'on tient compte du fait que les plis de l'Ouest ont été soumis à des érosions de bien plus longue durée que ceux du Nord et de l'Est qui ont été recouverts par des sédiments datant de la fin de l'époque primaire et d'une grande partie de l'époque secondaire. Par suite de ces longues érosions, une grande épaisseur des couches supérieures de la série primaire a dû disparaître. Quant à l'allure des bassins houillers de Saint-Laurs et de Chalennes, elle serait comparable à celle des bassins du Nord et de Sarrebrück, si les couches de l'Ouest de la France avaient une inclinaison moindre et s'il y avait eu un mouvement de plus grande amplitude de la part du faisceau sud; sur le plan de la faille; c'est une question d'intensité différente dans l'effet, mais la cause est la même.

Si l'on peut attribuer avec certitude tous les accidents tectoniques que j'ai signalés dans l'Ouest de la France à des poussées venant du Sud, par contre il ne semble pas qu'ils se soient tous produits en même temps et je serais très porté à croire que, lorsqu'il y a eu des charriages, ils ont été antérieurs à certaines failles inverses. Mais c'est là une question qui mérite d'être traitée pour elle-même et que je reprendrai dans la suite.

LES NAPPES AQUIFÈRES DE FRANCE

ESSAI D'HYDROGÉOLOGIE :

CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
LE 6 DÉCEMBRE 1909

PAR **Ed. Imbeaux.**

(*Extrait*)

I. — TERRAINS PRIMITIFS OU ARCHÉENS, ET TERRAINS VOLCANIQUES

Les terrains primitifs (gneiss, granite, porphyre, syénite, etc.) sont généralement imperméables dans la profondeur, mais ils sont souvent découpés de fines fissures au voisinage de la surface. L'abouchement de ces fissures sur les flancs ou dans le fond des vallons donne dès lors naissance à des sources nombreuses, mais faibles, dont les eaux ne sont pas toujours suffisamment bien filtrées ; de plus, il est à craindre, comme cela arrive dans les Vosges, que des habitations situées au-dessus de la source n'y déversent leurs eaux usées et purins. C'est pour ces raisons qu'il est bien difficile de recueillir un grand volume d'eau potable dans les sources des terrains granitiques et que les villes de Strasbourg, Mulhouse, Thann ont finalement renoncé à chercher leur approvisionnement dans les Vosges.

Les fissures semblent descendre jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur, notamment au voisinage de la mer : il existerait aux environs de cette cote une sorte de fente horizontale, à la limite de la zone qui est influencée par les différences de température diurnes et annuelles, et on aurait chance d'y trouver de l'eau. C'est ainsi que Nordenskjöld obtint (en 1894) 44 puits réussis et seulement un insuccès à la station de pilotes d'Arkö, de 32 à 35 mètres de profondeur (comme ils étaient creusés avec un perceur garni de diamants, on les appela les *puits de diamant*). En France, des puits foncés dans les porphyres fissurés de l'Esterel ont été suffisamment abondants pour alimenter les villas d'Agay. Les deux systèmes de fissures des granites du cap Land's End, en Cornouailles, sont aussi très caractéristiques.

Mais s'il n'y a pas de nappe à proprement parler dans le granite, on trouve souvent un peu d'eau, voire même une petite nappe phréatique, dans les produits de décomposition des roches feldspathiques qui remplissent les dépressions et le fond des val-

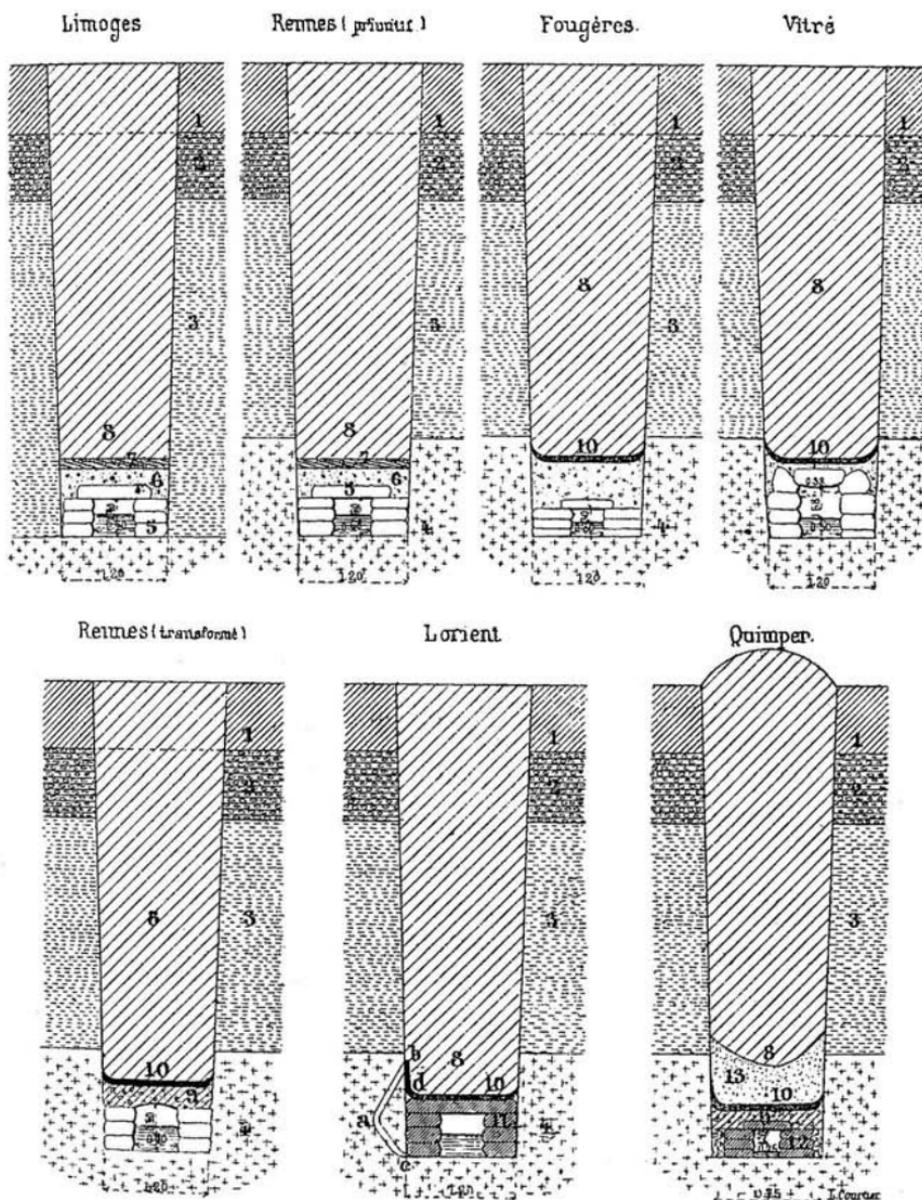


FIG. 1. — Drainages en terrains granitiques pour l'alimentation
DES VILLES BRETONNES¹.

- 1, Terre de prairie et tourbe; 2, Cailloux roulés et argile; 3, Tuf granitique; 4, Granite; 5, Maçonnerie de pierres sèches; 6, Remblai en sable et gravier; 7, Remblai en mousse; 8, Remblai avec les matériaux de la fouille; 9, Maçonnerie de béton de ciment; 10, Chape en ciment; 11, Maçonnerie de moellons avec ciment; 12, Remplissage en éclats de pierres; 13, Remblai en sable de mer.

1. Les clichés qui illustrent cette note ont été pour la plupart prêtés par la maison d'édition Dunod et Pinat.

lées. Ces produits sableux, appelés *arènes*, sont souvent drainés pour l'alimentation des localités voisines. Les villes du massif armoricain, telles que Rennes, Lorient, Quimper, Vitré, Fougères, Limoges, ont fait ainsi des drainages très étendus (fig. 1.), descendus jusque dans le granite en place : malheureusement ces captations restant fort peu profondes, les eaux sont exposées à une facile contamination (il faudrait protéger toute la surface), et de plus on n'a aucun moyen de retenir les eaux surabondantes des périodes pluvieuses pour parer au manque d'eau en sécheresse.

Les roches primitives règnent surtout dans les régions montagneuses, Alpes, Pyrénées, Vosges, auxquelles il faut ajouter le Morvan, le Massif Central, avec une grande extension vers l'Ouest, dans la Creuse et le Limousin et une sorte de prolongement jusqu'au Sud du Tarn et au Nord de l'Hérault, la grande presqu'île armoricaine, enfin la zone du littoral du Sud-Est (de Cannes un peu au delà de St-Tropez) et la Corse.

Les terrains volcaniques n'occupent que des espaces moindres et disséminés, dont les massifs du Cantal et du Puy-de-Dôme. Celles de ces roches qui sont compactes comme les trachytes et les basaltes ne donnent à leur surface que de très petites sources dans les creux et vallons (comme pour le granite); mais il y a généralement une nappe importante à la limite entre le terrain volcanique et la couche sous-jacente (d'ordinaire imperméable ou imperméabilisée par le métamorphisme), et cette nappe peut être artésienne. Bien des villages d'Auvergne se sont ainsi bâtis à la limite du basalte et de l'argile sableuse qui est en dessous; mais le fait est plus net encore pour les coulées de lave, la lave étant très poreuse et laissant filtrer l'eau dans toute sa masse jusqu'au substratum. Tout le monde connaît les sources de Royat (pour Clermont-Ferrand); on peut citer aussi celles de la coulée du Tartaret à Murols, Sachapt et Neschers, celles du Puy de Barme, du Puy de Pariou, du Puy de Gravenoire, des Puy de Jumes et de Coquille (sources de Saint-Vincent), du Puy de la Nugère (sources de Volvic et de Saint-Genès), les sources du lac Pavin, etc.

II. — TERRAINS PRIMAIRES OU PALÉOZOÏQUES

1° PRÉCAMBRIEN, CAMBRIEN ET SILURIEN. — D'après une étude détaillée d'une grande région tout autour de Nantes, qu'a faite récemment M. l'ingénieur Michel, ces terrains extrêmement schisteux et compacts sont presque absolument imperméables dans le Maine, la Vendée et une partie de la Bretagne; de plus, les quelques eaux profondes du Silurien conservent un goût d'argile désa-

gréable. Aussi la ville de Nantes, pour avoir de l'eau de source convenable et en quantité suffisante, serait-elle obligée de recourir au massif de granulite qui règne au Sud-Est, de Cholet à Bressuire.

Dans le reste de l'Armorique, dans les Cévennes, les Pyrénées et les Ardennes il en est de même en général. Dans le Cotentin, d'épaisses couches calcaires s'intercalent dans les *phyllades de Saint-Lô* et contiennent de l'eau, quand elles ne sont pas protégées contre les infiltrations par une couche schisteuse supérieure ; il en est de même des bancs calcaires et dolomitiques cambriens aux environs de Granville.

Dans la région de Cherbourg, une étude de MM. Bigot et Lecornu nous apprend qu'il y a d'assez belles sources, capables d'alimenter Cherbourg, dans les grès feldspathiques cambriens de Couville et de la Hague : le dessus de ces grès est décomposé sur plusieurs mètres en arènes aquifères, et de plus, le grès lui-même est fissuré sur une certaine profondeur, ce qui donne des sources dans les vallées.

Les grès siluriens, tels que le grès armoricain, le grès de May, le grès de Domfront sont tellement compacts qu'ils touchent au quartzite ; ils se comportent dès lors au point de vue aquifère quand ils sont épais comme les roches granitiques ; toutefois ils sont souvent subdivisés en bancs minces par des couches schisteuses. Dans les Pyrénées seulement, le sommet de la formation devient plus calcaire (calcaires à *Cardiola*) et peut contenir une nappe.

2° DÉVONIEN, CARBONIFÈRE ET PERMIEN. — a) *Ardenne et bassin franco-belge* (voir tableau ci-contre). — Le Dévonien et le Carbonifère règnent surtout dans le grand massif de l'Ardenne et dans le bassin houiller franco-belge qui s'appuie sur son flanc nord-ouest. La question des eaux souterraines est liée intimement à celle des plissements (ridement de l'Ardenne) qu'a subis ce massif vers la fin de l'époque silurienne ; les plis ont formé une série de creux courant parallèlement, dans lesquels les couches dévoniennes et carbonifères se sont emboîtées en conservant la même forme. Comme ces couches contiennent deux puissantes assises calcaires, le Calcaire dévonien et le Calcaire carbonifère, et que ces calcaires très fissurés (il y a parfois des bétoires, entonnoirs, pertes d'eau, etc.) laissent descendre l'eau jusqu'à leur base, il résulte de là que cette eau doit s'accumuler dans le fond des synclinaux calcaires, puis glisser lentement suivant la pente longitudinale de ces thalwegs souterrains. Si maintenant une vallée ou une faille vient recouper ces synclinaux, il est clair qu'elle donnera naissance à des sources abondantes : ainsi prennent naissance les sources des vallées encaissées du Condroz (Cal-

caire dévonien), les sources de la région de Modave dans la vallée du Hoyoux (Calcaire carbonifère), celles du Bocq, de l'Ourthe, etc. L'eau souterraine est donc plutôt localisée dans une série de creux (fig. 2 et 3), qu'uniformement répartie en forme de nappe continue.

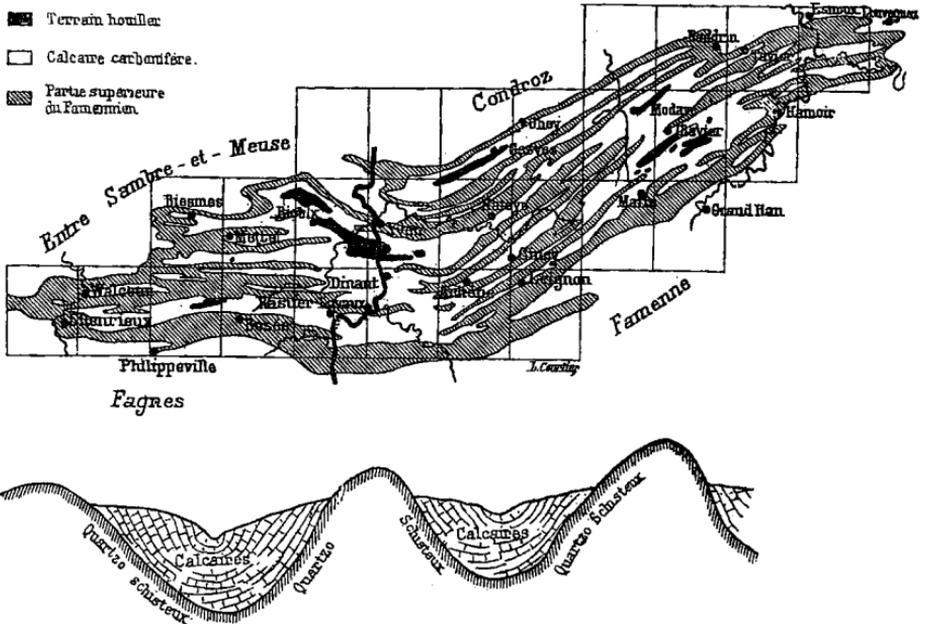


FIG. 2. — Disposition et coupe du HOULLER INFÉRIEUR, du CALCAIRE CARBONIFÈRE et de la PARTIE SUPÉRIEURE DU FAMENNEN dans le MASSIF PRIMAIRE BELGE.

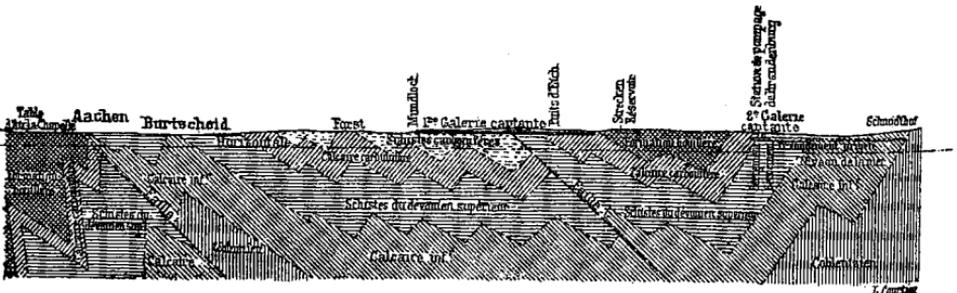


FIG. 3. — Coupe du DÉVONIEN et du CARBONIFÈRE suivant la galerie captante d'AIN-LA-CHAPELLE.

Les grès et grauwackes du Coblentzien sont métamorphiques et constituent des roches voisines de l'arkose ; ils ne sont pas perméables, mais se comportent comme les terrains granitiques

TERRAINS DÉVONIEN ET CARBONIFÈRE DANS L'ARDENNE.

TERRAINS	ÉTAGES	ASSISES	PERMÉABILITÉ	ÉPAISSEUR moyenne. mètres.	NIVEAUX D'EAU
CARBONIFÈRE....	Houiller.....	Piesammt et Schistes houillers avec interposition des couches de houille.	imp.	à Mons 2900	Les psammites et le grès houiller sont assez souvent perméables et aquifères.
		Schistes ampéliteux.....	imp.	25	
	Dinantien (Anthracifère ou Culm).	Calcaires de Dinant et de Visé.....	} fissuré	} 250 à 650	} Grand niveau et réservoir d'eau à la base du calcaire carbonifère.
		Calcaire de Waulsort.....			
	Famennien.....	Calcaire d'Etrœungt.....	} fissuré	} 100 à 500	} Niveau d'eau à la base.
		Schistes de la Famenne et psammites du Condroz.....			
Frasnien.....	Schistes de Matagne.....	} imp.	} 50	} Niveau d'eau à la base.	
	Calcaire de Frasné et marbre rouge de Flandre.....				
DÉVONIEN.....	Givétien.....	Calcaire de Givet.....	fissuré	400	Grand niveau et réservoir d'eau à la base.
	Eifélien.....	Calcaire de Couvin.....	fissuré	0 à 550	Niveau d'eau à la base.
		Schistes à Calcéoles.....	imp.	50 à 450	
	Coblentzien.....	Grauwacke d'Hièrges.....	} imp.	} 1400 à 2800	} Niveau d'eau à la base.
Schistes rouges de Vireux et poudingue de Burnot.....					
Gédinnien.....	Grès et grauwacke d'Anor, de Montigny et de Vireux.....	} imp.	} 800 à 1650	} Niveau d'eau à la base.	
	Schistes rouges et psammites de Fooz. Schistes de Mondrepuits et phyllades de Braux.....				
		Poudingue de Fépin et arkose de Weismes.....			

fissurés, l'eau se trouvant tant dans les fissures que dans les arènes provenant de la désagrégation des grès et poudingues. C'est ainsi que la ville de Seraing tire son nom d'une galerie à travers bancs creusée dans les grès, schistes et psammites du Coblentzien.

La partie supérieure du Terrain houiller et le Permien manquent complètement dans l'Ardenne et le bassin franco-belge.

b) *Boulonnais*. — Le bas Boulonnais est une extension de l'Ardenne : les terrains y affleurent par leurs tranches qui forment ainsi des bandes étroites. Le Dévonien inférieur manque ; le Givétien est représenté par le calcaire de Blacourt, et celui-ci est séparé du calcaire de Ferques (analogue de celui de Frasne) par les schistes de Beaulieu. Le calcaire carbonifère (séparé du calcaire de Ferques par les schistes du Famennien) comprend la dolomie de Hure, le calcaire du Haut-Banc, le calcaire Napoléon, et le calcaire à *Productus giganteus* qui correspondent tous les quatre au sous-étage de Visé. Le Terrain houiller est toujours schisteux.

c) *Armorique*. — On trouve diverses bandes appartenant au Dévonien dans le Cotentin, le Maine, la Bretagne et l'Anjou ; elles se rattachent au Coblentzien et la base en est toujours schisteuse, tandis que le dessus est calcaire (calcaire de Néhou, de Chassegrain, de Visé, d'Angers, calcaire à *Athyris undata*, etc.). Ces calcaires contiennent de l'eau arrêtée par les schistes inférieurs.

Le Carbonifère forme les trois bassins principaux de Château-lin, de Quimper et de Laval ; les calcaires de Sablé, de Changé, de Bourgon et de Laval représentent le sous-étage de Visé et sont aquifères.

d) *Lambeaux carbonifères et permians autour du Plateau Central*. — Ici le Dinantien n'a pas pris un développement calcaire semblable à celui du Nord. L'ensemble est donc à peu près complètement imperméable.

Quant aux lambeaux de Permien qu'on trouve dans l'Autunois, le Morvan, le Bourbonnais, le Limousin, les environs de Lodève, etc., après une base schisteuse et par suite imperméable, on trouve généralement une assise supérieure puissante de grès rouges fins : ces grès sont poreux, mais assez faiblement et ne donnent naissance qu'à de petites sources.

Ajoutons que, comme les terrains primitifs, le Primaire sert généralement de base à une nappe quand il est surmonté par un terrain plus récent qui soit perméable.

III. — TERRAINS SECONDAIRES (TRIAS, JURASSIQUE ET CRÉTACÉ)

a) *Jura-Trias dans la région est et sud-est du Bassin de Paris.*

— C'est dans l'Est de la France que l'on trouve la série la plus régulière de ces terrains ; c'est une alternance d'assises calcaires, argileuses et gréseuses qui s'emboîtent dans la grande cuvette formant le bassin de Paris et s'adossant aux Vosges et aux Faucilles. Comme toujours les nappes aquifères règnent à la base des bancs de grès et de calcaire, sur les argiles et marnes imperméables ; la pente étant généralement orientée vers Paris, les nappes plongent comme les couches et gagnent en profondeur en allant vers l'Ouest ou le Nord-Ouest : de là le caractère artésien que prennent plusieurs d'entre elles en certains points.

Pour indiquer l'emplacement le plus habituel des niveaux d'eau, nous avons dressé le tableau ci-après qui s'applique aux régions de la Lorraine et de la Champagne. On suivra aussi sur les coupes géologiques schématiques ci-jointes (coupe des

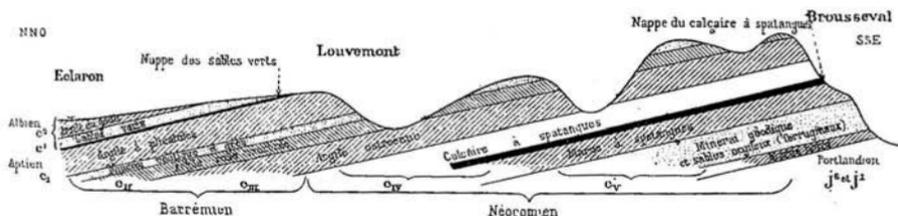


FIG. 4. — Coupe du CRÉTACÉ INFÉRIEUR AUX ENVIRONS DE WASSY et de SES NAPPES AQUIFÈRES.

Vosges à la Meuse au travers du département de Meurthe-et-Moselle (fig. 5), coupe de l'Infra crétacé dans la Haute-Marne, de Brousseval à Éclaron (fig. 4), et coupe des terrains du département de la Marne, Crétacé et Éocène, de Sainte-Menehould à Montmort) (fig. 6), ainsi que les détails de la composition du Bajocien inférieur et de la formation ferrugineuse telle que l'ont révélés les travaux de la galerie de captation des eaux souterraines sous la forêt de Haye près Nancy (fig. 7), la coupe de la vallée de la Meurthe et du plateau de Malzéville (fig. 8) montrant la superposition de plusieurs nappes, enfin le bassin d'alimentation de la source d'Arcier pour Besançon indiquant la provenance de ses eaux (fig. 9)¹.

1. Il n'est malheureusement pas possible de reproduire ici les vues des nombreuses sources que M. Imbeaux a montrées en projections à la conférence.

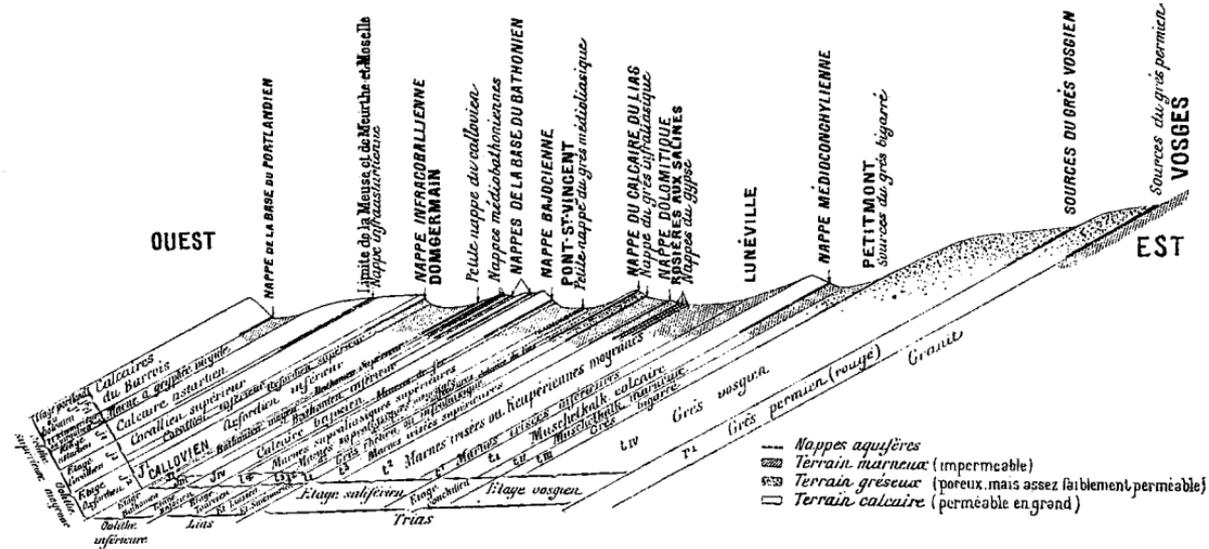


FIG. 5. — Coupe schématique du JURA-TRIAS DE L'EST DE LA FRANCE ET DE SES NAPPES AQUIFÈRES.

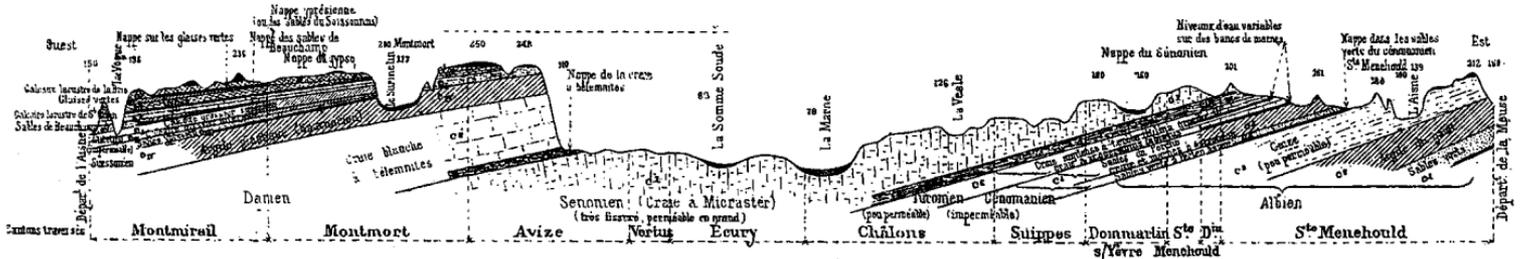


FIG. 6. — Coupe du CRÉTACÉ SUPÉRIEUR ET DE L'ÉOCÈNE AVEC LEURS NAPPES AQUIFÈRES, EN CHAMPAGNE.

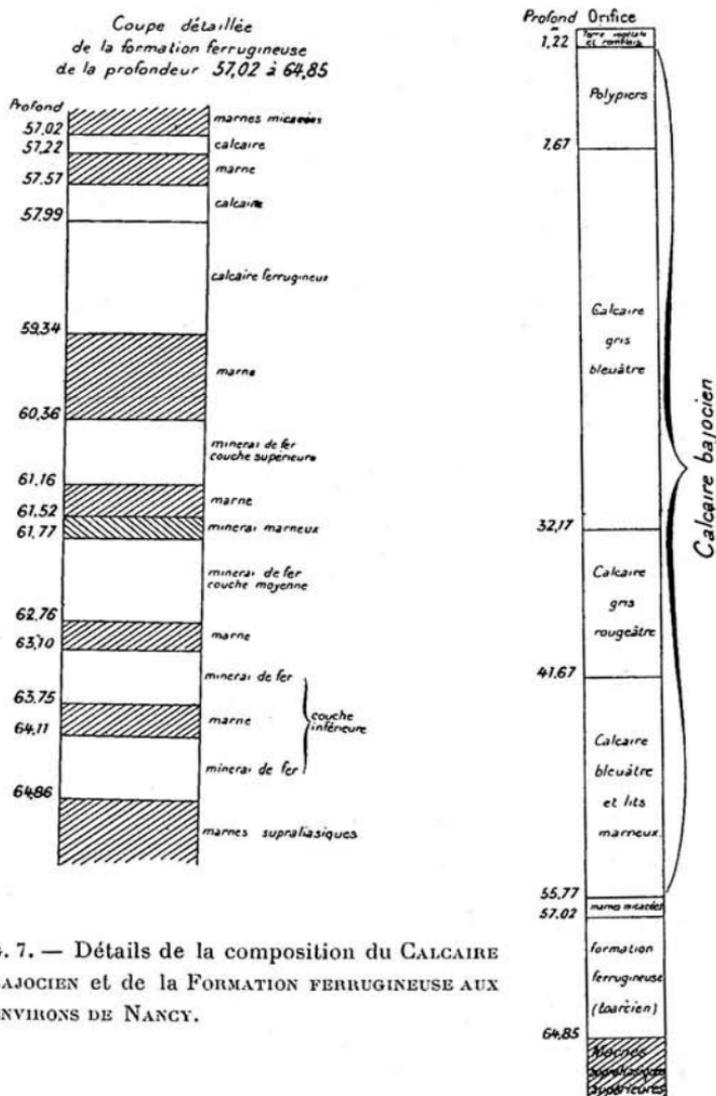


FIG. 7. — Détails de la composition du CALCAIRE BAJOCIEN et de la FORMATION FERRUGINEUSE AUX ENVIRONS DE NANCY.

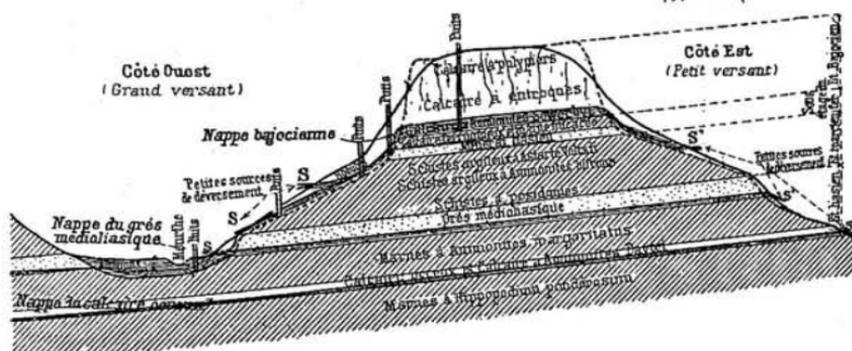


FIG. 8. — Coupe de la VALLÉE DE LA MEURTHE et du PLATEAU DE MALZÉVILLE PRÈS NANCY.

TERRAINS	ÉTAGES	ASSISES	Notations de la Carte géologique	Perméabilité.	ÉPAISSEUR moyenne.	NIVEAU D'EAU		
1	2	3	4	5	6	7		
CRÉTACÉ	SUPÉRIEUR	Danien.....	Marnes à rognons de Meudon et calcaire pisolithique.....	c ⁸	fiss.	m. 15 à 35	Cet étage manque souvent. Grande nappe sur une couche d'argile à la base (cette nappe peut être artésienne) [sources de la Vanne].	
		Sénonien.....	Craie à <i>Baculites</i> . — Craie de Meudon. Craie à <i>Micraster coranguinum</i> Craie à <i>Micraster cortestudinarium</i> Craie à <i>Micraster breviporus</i> (craie à silex dits cornus).....	c ⁷	fiss.	40 à 120		
		Turonien.....	Craie à <i>Holaster planus</i>	c ⁶	fiss.	50 à 70	Plusieurs nappes sur des bancs de marne. Nappe importante à la base du Turonien [sources de l'Avre].	
			Craie à <i>Mammites nodosoides</i> et <i>Terebratulina gracilis</i>					
		Cénomanién.....	Marnes à Ostracées et sables du Perche.	c ⁵	imp.	0 à 20	Grande nappe à la base de la craie glauconieuse sur une couche de marne surmontant la Gaize. Petites sources dans les vallons de la Gaize.	
			Craie glauconieuse, craie de Rouen..	c ⁴	fiss.	20 à 60		
		INFÉRIEUR	Albien.....	Gaize de l'Argonne.....	c ³	un peu perm.	25 à 100	Cavités qui laissent passer l'eau dans les sables verts. Nappe (artésienne entre c ₁ et c ₂) des sables verts (puits de Grenelle).
	Argile du Gault.....			c ²	imp.	6 à 30		
	Aptien.....		Sables verts.....	c ¹	perm.	5 à 20	Nappe dans le calcaire à Spatangues.	
			Argile à Plicatules et marnes à <i>Ostrea aquila</i>	c ₁	imp.	8 à 10		
	Barrémien (ou Urgonien)		Argiles ostréennes et argiles panachées	c ₁₁₁ et c ₁₁	imp.	2 à 20		
	Néocomien.....	Calcaire à Spatangues (Hauterivien)...	c ₁₁	fiss.	3 à 15	Nappe dans le calcaire à Spatangues.		
		Sables et argiles réfractaires (Valanginien).....	c.	imp.	10 à 15			
	JURASSIQUE	OOLITHE	SUPÉRIEURE	Portlandien (Bononien)...	Calcaires du Barrois.....	j ⁶ et j ⁷	fiss.	90 à 160	Nappe importante.
Kimméridgien..				Marne à <i>Gryphea virgula</i>	j ⁵	imp.	80	
MOYENNE			Astartien.....	Calcaire lithographique et marnes à <i>Ostrea deltoidea</i>	j ⁴	fiss.	50	Petites nappes à la base sur des bancs argileux. Petites nappes au sommet sur des bancs de marne.
			Corallien (Rauracien)...	Calcaire.....	j ³	fiss.	115 à 150	
INFÉRIEURE		Oxfordien.....	Argiles et marnes.....	j ²	imp.	110 à 160	Grande nappe infracorallienne.	
		Callovien.....	Calcaires calloviens.....	j	fiss.	5 à 10		Petite nappe.
			Bathonien supérieur (marne).....		j ₁	imp.	10 à 15	
		Bathonien.....	Bathonien moyen.....		j ₁₁	fiss.	15 à 25	Petites nappes dans des bancs de calcaire peu épais. Deux nappes importantes sur des bancs de marne, l'un à la base, l'autre au-dessus.
			Calcaires et marnes du Bathonien inférieur.....		j ₁₁₁	fiss.	30 à 80	
		LIAS	Bajocien.....	Calcaire bajocien.....	j _{1v}	fiss.	35 à 90	Grande nappe à la base du Bajocien.
Toarcien.....			Marnes supraliasiques supérieures...	l ⁴	imp.	70 à 150		
Liasien.....			Marnes supraliasiques inférieures et moyennes.....	l ³	imp.	40 à 50	Deux petits niveaux d'eau dans le calcaire ocreux et le grès médioliasique. Nappe à la base sur la marne de Levallois.	
Sinémurien.....			Calcaire du Lias (à Gryphées).....	l ²	fiss.	10 à 20		
TRIAS		Saliférien (ou Keuper)...	Grès infraliasique ou Rhétien.....	l ¹	perm.	20 à 50	Petite nappe à la base. Nappe dans un banc de calcaire dolomitique à la base.	
	Marnes irisées supérieures.....		l ³	imp.	45 à 70			
	Conchylien.....	Marnes irisées moyennes.....	l ²	imp.	70 à 200	Plusieurs petites nappes au niveau du gypse. Petites nappes au sommet. Nappe médiococonchylienne.		
		Marnes irisées inférieures.....	l ¹	imp.	30 à 40			
		Muschelkalk calcaire.....	l ₁	fiss.	80			
Conchylien.....	Muschelkalk marneux.....	l ₁₁	imp.	40 à 70	Sources nombreuses. Nappe à la base du grès vosgien.			
	Grès bigarré.....	l ₁₁₁	semi-perm.	30 à 50				
		Grès vosgien.....	l _{1v}	perm.	300 à 400			

Le Jura-Trias remonte au Nord jusqu'au massif de l'Ardenne et s'enfonce dans ce qu'on appelle le golfe de Luxembourg, c'est-à-dire entre l'Ardenne et le Hochwald ; mais il y subit certaines modifications importantes. Les faciès sableux et gréseux du lias prennent une grande importance. Le grès de Luxembourg s'intercale ainsi, avec une puissance de 60 m., entre deux courbes de calcaire marneux : comme ce grès est poreux et fissuré, il assure à sa base un magnifique niveau d'eau, auquel appar-

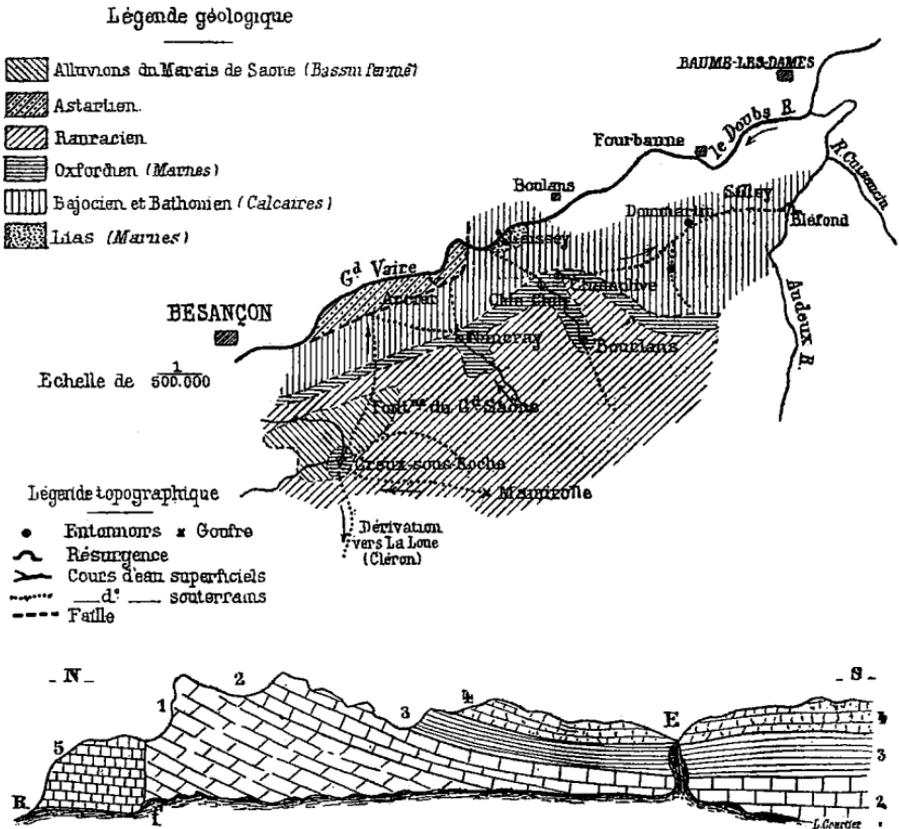


FIG. 9. — Plan et coupe de la région alimentant la source d'ARCIER
A BESANÇON (d'après Fournier).

1, Bajocien ; 2, Bathonien ; 3, Oxfordien ; 4, Rauracien ; 5, Jurassique supérieur.

tiennent les belles sources de Kopstal que vient de capter et relever mécaniquement la ville de Luxembourg. Il en est de même pour le grès de Virton sur la marne, de Strassen, dans le Luxembourg belge.

Vers le Sud, le Jurassique descend d'une part jusqu'en Bourgogne, d'autre part jusqu'aux plissements caractéristiques du Jura

franco-suisse, où le Crétacé inférieur entremêle ses bandes longitudinales à celles des étages jurassiques. Dans toute cette zone, comme d'ailleurs dans beaucoup d'autres, les calcaires du Muschelkalk, du Bajocien et plus encore du Bathonien, du Corallien et du Portlandien étant très fissurés sont caverneux et donnent naissance dès lors à des sources vauclusiennes. Leurs eaux ne sont donc pas toujours bien filtrées et les exemples ne manquent pas de sources de ces niveaux ayant causé des épidémies.

Je citerai à ce sujet les belles études de M. Fournier¹ sur les eaux de Besançon. On y voit les eaux engouffrées dans les entonnoirs du plateau rauracien de Nancray (fig. 9), traverser les marnes oxfordiennes et circuler dans les fissures des calcaires bathonien et bajocien sous-jacents, pour ressortir en partie à la source d'Arcier par une faille (prolongement de Montfaucon) qui met ces derniers calcaires en contact avec le Jurassique supérieur : il n'y a pas moins de quatre bassins fermés, et M. Fournier a montré que celui de Creux-sous-Roche ne communique pas seulement avec Arcier, mais encore (en basses eaux du moins) avec la source du Maine située à 15 km. vers le Sud. C'est donc d'un véritable réseau souterrain qu'il s'agit, avec plusieurs points d'engouffrement et plusieurs émissions, pouvant jouer différemment suivant l'abondance et le niveau des eaux.

Avant de quitter le Jura, je signalerai encore la perte du Doubs à Arçon, près Pontarlier, et la réapparition de ses eaux à la source de la Louie (odeur d'absinthe à ladite source lors de l'incendie de l'usine Pernod à Pontarlier) ; les sources si caractéristiques des vallées fermées appelées « bouts du monde » (source de la Réverotte et source du Dessoubre) ; la source de Pontet, près de Mouthier (Doubs) au-dessous de la caverne des Faux-Monnayeurs et la source de Baume-les-Messieurs (près Lons-le-Saunier) avec ses trois orifices superposés, etc. etc.

Revenant vers l'Ouest, on rencontre successivement les vallées de la Haute-Marne, de l'Aube, de la Haute-Seine, de l'Armançon, du Serain, de la Cure et de l'Yonne. Toutes ces régions occupées dans leur partie sud par le Bathonien moyen et dans la partie nord par le Séquanien et le Portlandien, ont été étudiées d'une part par MM. Diénert et Guillerd, d'autre part par M. Le Couppey de la Forest, comme recherches de nouvelles eaux pour Paris².

1. Rapport du 12 mars 1902 sur les causes de contamination de la source d'Arcier ; Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura. *Mémoires de la Société de Spéléologie* ; CR. Ac. Sc., CII.

2. Travaux de la Commission de Montsouris, 1901-1903.

Beaucoup de sources de ces régions sont aussi des réapparitions : l'abîme de Châteauvillain (pertes dans la forêt) ; la grosse source dans le village de Montigny-sur-Aube (ruisseaux s'engouffrant près de Louesne) ; dans les environs de Châtillon-sur-Seine, les Douix, les Abîmes, le Breuil, la fontaine Barbe (une faille principale dans le Bathonien moyen doit déterminer les pertes de l'Ource vers Crépan, de la Seine à Buncey, de la Laignes à Villesmes-en-Duhesmois ; la grande forêt de Châtillon au Sud-Est de la ville absorbe toutes les eaux pluviales).

En remontant les vallées de l'Yonne et de ses affluents, on rencontre des couches de plus en plus anciennes, le pendage se faisant vers le NW., c'est-à-dire toujours vers Paris. A Augy, un peu à l'amont d'Auxerre, on trouve une grosse source résultant des deux failles de Quenne et de Saint-Bris ; les affleurements du Kimméridgien sont surmontés des calcaires portlandiens mais les eaux qui coulent sur le Kimméridgien rentrent dans terre quand elles arrivent sur les calcaires lithographiques du séquanien formant le fond de la vallée. Un peu à l'amont, les sources d'Escolives viennent nettement du Séquanien ; celles de la Place du Callovien ; les groupes de sources de Vermenton, de Reigny et de Druyes du Rauracien surmontant les marnes oxfordiennes ; celles de Crisenon et de Réchimey du Bathonien.

b) *Jura-Trias à l'Ouest du bassin de Paris et dans les Charentes.*
A l'Ouest du bassin de Paris, le Jurassique est bien moins développé qu'à l'Est : la bande du Bajocien ne s'élargit qu'au Nord, d'Argentan à Caen et Bayeux, en s'adossant au massif primaire armoricain et plongeant vers l'Est. Les caractères des calcaires sont semblables à ceux de la région de l'Est (sources de Moulines qui alimentent Caen, de Barbeville pour Bayeux, etc.).

Au Sud du massif armoricain, une assez grande étendue de Jurassique s'étale dans les Charentes et dans le Poitou : les couches plongeant (assez fortement d'abord, puis plus faiblement) vers le Sud, on trouve les terrains les plus anciens au Nord. Ainsi on trouve au pied de la falaise bajocienne : les sources du Vivier à Niort (la caserne Duguesclin est bâtie juste au-dessus) ; la source Saint-Martin à Saint-Maixent (le cimetière et une partie de la ville sont bâtis au-dessus), les sources de Fleury déjà captées par les Romains et amenées à Poitiers. A Ruffec, les eaux de la source du Lien passent sous le plateau callovien-bathonien (épais de 20 m. seulement) qui porte la ville et correspondent à une perte de la Péruse ; la réapparition de la Boutonne à Chef-Boutonne vient aussi du même niveau géologique.

Le Corallien et l'Astartien (Séquanien) règnent aux environs de

la Rochelle (fig. 10) : on y trouve un niveau d'eau très constant à la base des calcaires à *Montlivaultia* sur ce qu'on appelle le *banc bleu* (imperméable). Plus au Sud le Kimmeridgien (*Pierre chenine*) est imperméable ; mais les calcaires portlandiens donnent naissance à des résurgences comme celle de la Touvre (réapparition du Bandiat et de la Tardoire) qui alimente Angoulême.

c) *Jura-Trias dans le reste de la France.* — Les terrains secondaires forment comme une demi-couronne autour du massif du Plateau Central dans sa moitié sud, avec deux expansions importantes correspondant aux causses du Lot et aux causses de l'Aveyron. Le Trias y est peu développé : dans l'arrondissement

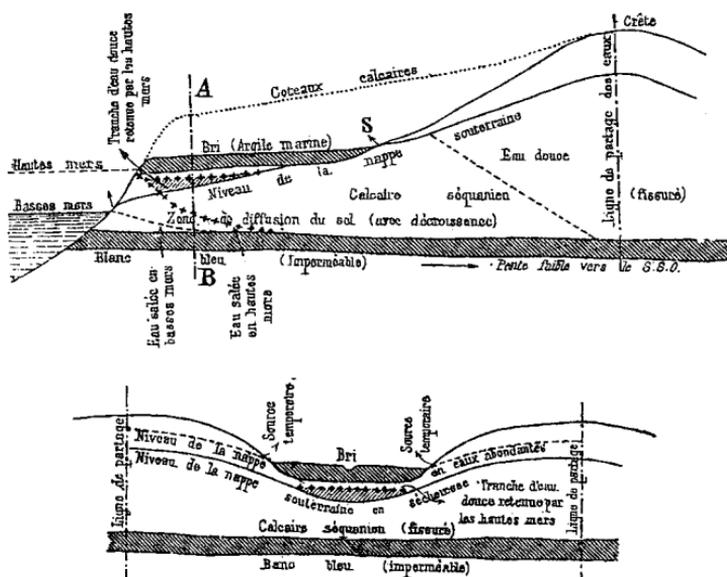


FIG. 10. — Coupes longitudinale et transversale d'un VALLON CALCAIRE (SÉQUANIE) DES ENVIRONS DE LA ROCHELLE.

du Vigan et dans l'Aveyron, les marnes irisées arrêtent les eaux qui ont traversé le Lias et l'Oolithe presque entièrement calcaires et donnent naissance à de grosses sources, telles que celles des Fous, d'Arre, de la Fouzette (au pied du causse de Blandas) ; les grès triasiques de la région de Brives sont caverneux ; les calcaires magnésiens du Muschelkalk, là où ils existent, sont très aquifères. Dans le Lias, le calcaire à Gryphées arquées est un niveau d'eau général, mais le Charmouthien et le Toarcien sont d'ordinaire imperméables : la fameuse perte de Bramabiau (ruisseau Le Bonheur) se fait dans les calcaires bruns infraliasiques, entre le Causse Noir et le Mont Aigoual.

C'est surtout l'Oolithe qui est ici caverneuse et fissurée : les grosses sources contaminées comme celle des Chartreux à Cahors, celle de la Sauve (Gard), de Bonnette (Lot-et-Garonne) abondent. Les causses sont aujourd'hui bien connus, grâce aux explorations de MM. Martel et Gaupillat. Dans ceux du Lot, on trouve : 1° à la base, une falaise de dolomies inférieures très fissurées ou de calcaires compacts stratifiés (Bajocien); 2° des calcaires plus ou moins argileux (Bathonien); 3° des dolomies supérieures (Bathonien); 4° en haut, les strates assez minces du Callovien et de l'Oxfordien, faciles à désagréger (ce qui explique la facilité d'agrandissement des ouvertures des avens).

Enfin, en outre d'une bande très étroite au pied des Pyrénées, il ne reste plus guère à signaler que le grand massif jurassique du Sud-Est, remontant jusqu'assez loin au Nord dans les Alpes. Dans la partie montagneuse, le Bajocien et le Bathonien prennent souvent le faciès schisteux et deviennent imperméables; mais dans le Var et les Alpes-Maritimes, l'Oolithe donne naissance à de nombreuses grosses sources dont plusieurs alimentent les villes du littoral. Ainsi Fréjus, Fayence, Saint-Raphaël se partagent les eaux des sources de Laugier (Oolithe inférieure) déjà captées par les Romains dans le vallon de la Siagnole; Grasse distribue les sources du Foulon (Bajocien); Cannes, Vallauris et Le Cannet viennent d'amener les sources du Loup (les deux sources de Gréolières paraissent sortir du Crétacé, mais les eaux proviendraient plutôt du Jurassique supérieur par cassures ascendantes; quant à la troisième source, dite de Bramafau, elle vient du Bajocien); Antibes et Vence boivent les sources du Riou et des Sourcets qui naissent du Jurassique supérieur dans la haute vallée de la Cagne; à Nice, la source de Sainte-Thècle provient du massif d'Oolithe supérieure (surmontée du calcaire glauconieux du Cénomanién) situé à l'Ouest du mont Agel; à Toulon, enfin, le puits du Ragas et la source de la Foux (qui donne quand le puits déborde) sont alimentés par le massif du Grand Cap (Jurassique supérieur et Urgonien).

La fameuse source de Fontaine-l'Évêque ou de Sorps, qui jaillit près du Verdon et débite de 3 à 15 mc. par seconde, paraît ramener au jour les eaux tombées sur la grande étendue de Portlandien située à l'Ouest et au Sud-Ouest (les deux Plans de Canjuers, où il y a des avens). C'est dans ces calcaires blancs (épais de 500 m.) que s'ouvrent les cañons du Verdon, et des pertes de cette rivière, du Jabron et de l'Artuby paraissent alimenter aussi la source. A Sorps, les calcaires viennent buter contre la formation miocène des poudingues de Riez, à galets impression-

nés. La source a des trop-pleins appelés les *Garruby*, étagés de 11 à 35 mètres au-dessus d'elle et n'entrant en fonctionnement qu'à certains moments : on a songé à régulariser son débit par un serrement.

d) *Crétacé dans le Bassin de Paris.* — Nous connaissons déjà le Crétacé de la Champagne : on voit par le tableau donné précédemment que le Crétacé inférieur ne donne que fort peu d'eau, la nappe la plus remarquable étant celle des sables verts albiens qui s'alimente aux affleurements, devient artésienne et se retrouve sous Paris entre 500 et 700 m. (puits artésiens de Grenelle, Passy, de la place Hébert, de la Butte-aux-Cailles, de Maisons-Laffitte).

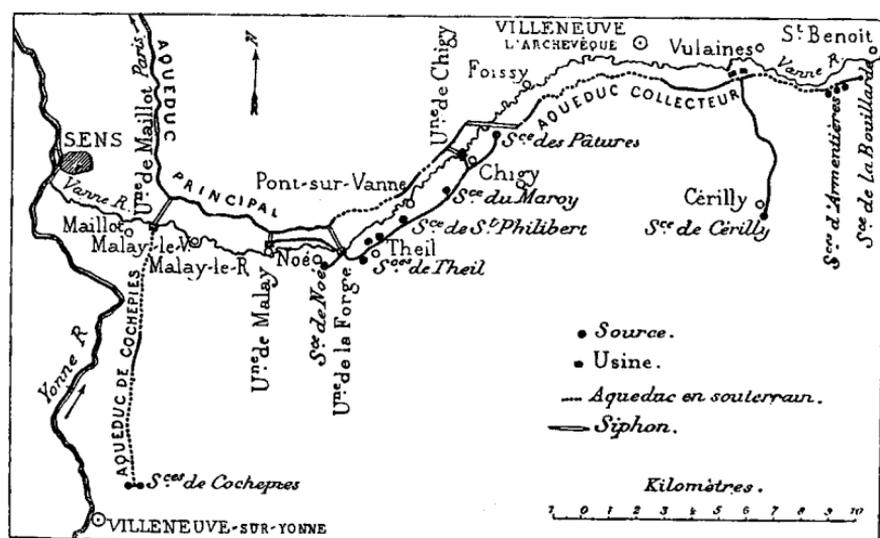


FIG. 11. — Carte des SOURCES DE LA VANNE.

Le Crétacé supérieur (Turonien et Sénonien) contient deux grandes nappes, chacune à la base d'un de ces étages (les sources du Sénonien prennent le nom de *Sommes*¹). Ces nappes alimentent un grand nombre de puits, et les villes d'Épernay et de Châlons-sur-Marne ont eu l'avantage de trouver à une cinquantaine de mètres de profondeur la nappe de la base du Sénonien assez artésienne pour se rapprocher à quelques mètres de la surface.

1. Rappelons que Belgrand avait songé à amener à Paris les sources de la Somme-Soude ainsi que celles de la vallée du Grand-Morin (fontaines de Chailly et de Mauperthus), mais les variations de débit des premières étaient trop grandes (elles ont été à sec en 1893), et le niveau des secondes était trop bas.

Le Crétacé occupe encore une vaste région au Nord du bassin de Paris, une bande assez large à l'Ouest et une bande plus mince au Sud de ce bassin. C'est dans ces bandes périphériques que naissent au Sud-Est les sources de la Vanne et celle du Loing et du Lunain, à l'Ouest celles de l'Avre et de la Vigne. La commission de Montsouris a étudié en détail toutes ces régions qui, grâce à elle, sont aujourd'hui admirablement connues. Je ne ferai qu'en esquisser l'hydrogéologie.

1^o *Région des sources de la Vanne* (fig. 11). En voici la description que donne Léon Janet :

Presque toutes les sources captées par la Ville de Paris se trouvent dans la vallée de la Vanne, sur la rive gauche, entre Saint-Benoît et Noé; la source de Cérilly jaillit dans un vallon latéral à environ 5 km. de la Vanne; quant aux sources de Cochepies, qui forment un groupe tout à fait à part, elles sont situées dans la vallée du ruisseau Saint-Ange, à 2 km. de l'Yonne.

Les vallées de l'Yonne et de la Vanne sont bordées par des coteaux qui les dominent d'environ 150 mètres, constitués presque entièrement par de la craie. Les plateaux sont recouverts par de l'argile à silex, des lambeaux discontinus de terrains tertiaires et un peu de limon. Le fond des vallées de l'Yonne et de la Vanne est garni d'alluvions. Une mince couche d'éboulis garnit les pentes des coteaux. Les assises géologiques, à peu près horizontales, présentent cependant un relèvement marqué vers le Sud-Est.

Dans la vallée inférieure de la Vanne, la *craie* qui constitue les coteaux voisins appartient au *Sénonien* et comprend principalement de la *craie à Micraster*, recouverte par une faible épaisseur de *craie à Bélemnites*. C'est une craie blanche, tendre, traçante et renfermant d'assez nombreux silex, en bancs horizontaux, moins nombreux dans la *craie à Micraster* que dans la *craie à Bélemnites*. Cette craie est recouverte, surtout dans les vallées et sur les pentes, d'une certaine épaisseur de *craie remaniée*, constituée surtout par des fragments de craie jaunie et du limon.

Dans la vallée de l'Yonne, à la hauteur de Sens, les coteaux sont constitués par les mêmes terrains; mais, en raison du relèvement général des couches vers le Sud-Est, on trouve en remontant la vallée des terrains de plus en plus anciens. C'est ainsi que l'on voit apparaître à la base des coteaux, la *craie marneuse* (*Turonien*) à partir de Ville-neuve-sur-Yonne, et la *craie glauconieuse* (*Cénomanién*) à partir de Joigny. L'épaisseur totale des assises de craie est de 300 à 400 mètres; elles reposent sur les *argiles de Brienne*, appartenant à l'*étage albien*, qui n'affleurent pas dans la région.

L'*argile à silex* est assez épaisse sur les plateaux où elle atteint 10 à 20 mètres, et n'a qu'une puissance insignifiante sur les pentes. Elle résulte de l'action sur la craie des eaux pluviales, qui, dépourvues de

chaux, mais contenant de l'acide carbonique, dissolvent le carbonate de chaux, en laissant comme résidu l'argile et les rognons de silex ; elle n'a pas d'âge déterminé et se forme dans toutes les périodes géologiques où une surface crayeuse se trouve émergée ; il s'en produit encore de nos jours. Le contact de la craie et de l'argile à silex, en raison même de ce mode de formation, est très irrégulier, et présente une série de poches à parois souvent presque verticales.

Les thalwegs qui aboutissent à la vallée de la Vanne et à celle de l'Yonne sont souvent à sec jusqu'au voisinage de leur débouché dans la vallée principale. Toutefois quelques-uns sont, en certains points, parcourus par des cours d'eau, peu importants, mais pérennes. L'eau de ces ruisseaux disparaît souvent pour reparaître un peu plus bas et disparaître à nouveau ; la même vallée présente successivement des zones de sources, ou zones *émisives*, et des zones de pertes, ou zones *absorbantes*. Dans la vallée du ru Galant, qui débouche dans l'Yonne, près de Ville-neuve-sur-Yonne, on peut distinguer quatre zones émissives, séparées par trois zones absorbantes.

L'argile à silex, l'argile plastique et le limon des plateaux ne sont pas assez continus et ne renferment pas de couche assez nettement imperméable pour retenir une nappe d'eau importante. Les eaux pluviales qui tombent sur les plateaux s'infiltrant lentement dans ces terrains ; les lentilles argileuses qu'ils renferment retiennent quelque temps les eaux en donnant de petites nappes secondaires, mais celles-ci finissent par gagner le substratum crayeux. La craie, qui serait à peu près imperméable si elle était compacte, est, comme presque partout, découpée par un réseau de *diaclasses*, où les eaux pénètrent et circulent facilement en formant une véritable *nappe*. Le niveau *piézométrique* de cette nappe est déterminé par la cote et la distance des thalwegs voisins ; il est très peu différent de ces thalwegs à leur voisinage et se relève progressivement, à mesure qu'on s'en éloigne, pour aller sous les plateaux. En même temps les variations du niveau piézométrique dans les saisons sèche et pluvieuse sont beaucoup plus fortes sous les plateaux qu'au voisinage de la vallée de la Vanne ; dans le premier cas elles peuvent atteindre 15 à 20 mètres, tandis que dans le second cas elles ne paraissent pas dépasser 2 à 3 mètres.

Ce sont les eaux circulant dans les fissures de la craie sénienne qui alimentent les sources captées par la Ville de Paris. Les sources sont des *sources de thalweg*, c'est-à-dire que leur émergence n'est pas déterminée par l'affleurement d'une couche imperméable, mais par l'existence d'une dépression géographique telle que le niveau piézométrique de la nappe souterraine est plus élevé que le niveau du sol.

C'est probablement cette seule considération du niveau piézométrique qui permet d'expliquer les successions de zones émissives et absorbantes que l'on rencontre dans une même vallée. Lorsque la surface piézométrique de la nappe est plus élevée que la surface topographique, on a une zone émissive ; lorsqu'elle est plus basse, on a une zone absorbante. Pour expliquer une succession de zones de cette nature, il suffit que les courbes d'intersection des surfaces piézométrique et topographique, d'une part, d'un cylindre vertical ayant pour directrice la ligne de thalweg, d'autre part, se coupent en un certain nombre de points.

Les recherches ultérieures ont démontré l'existence dans la craie de larges cavernes, placées sur le trajet de véritables ruisseaux souterrains et creusées par les eaux (surtout par les eaux antédiluviennes plus abondantes que celles d'aujourd'hui) : M. Le Couppey de la Forest est descendu dans un bon nombre de ces puits-cavernes (La Guinand, puits Guérée, puits Savinien-Morissat, puits du Vaumorin, puits et caverne du presbytère des Bordes, etc.). De nombreuses expériences à la fluorescéine et à la levure de bière ont prouvé la communication de tous ces puits et cavernes avec la nappe des sources, en sorte que toute cause de pollution introduite par un de ces points menace directement la pureté de l'eau des sources.

Les cavernes souterraines s'éboulent parfois en produisant à la surface des entonnoirs d'effondrement ou *mardelles*. Ici ces phénomènes d'effondrement ne se sont pas produits avec la même intensité que dans la région de l'Avre, et les grandes mardelles sont relativement rares ; cela tient, d'une part, à ce que les différences de niveau entre les vallées et les plateaux sont beaucoup plus fortes, en sorte que les cavernes se trouvent généralement à une plus grande profondeur, d'autre part à ce que l'argile à silex est peu épaisse, et qu'il est beaucoup moins fréquent qu'une caverne arrive en contact avec une poche d'argile à silex, ce qui amène presque sûrement un effondrement. Cependant le nombre des mardelles de petite dimension est encore assez grand. Lorsque l'orifice de ces mardelles se trouve plus bas que la surface piézométrique de la nappe souterraine, elles donnent naissance à une source (*mardelles-sources*) : lorsqu'il est plus élevé, elles absorbent les eaux, si elles se trouvent dans un thalweg (*mardelles-bétoires*) et n'ont pas de rôle hydrologique appréciable, se bornant à recevoir en cas d'averse les eaux des champs voisins, si elles se trouvent sur un plateau.

Les mardelles-bétoires ne sont pas les seuls points d'absorption des eaux ; celles-ci disparaissent aussi parfois dans des *bé-*

toires d'affouillement, creusés de haut en bas, et dans des lits poreux, où l'eau gagne par d'étroites fissures la nappe souterraine. C'est ce dernier mode de perte qu'on rencontre le plus souvent dans la région de la Vanne.

2° Région des sources du Loing et du Lunain (fig. 12). — Continuons à citer Léon Janet :

Les sources en question forment deux groupes, celles des Bignons de Bourron et du Sel dans la vallée du Loing, et celles de Saint-Thomas et des Bignons du Coignet dans la vallée du Lunain.

Les vallées du Loing et du Lunain au droit de ces sources ont été creusées dans la craie blanche (*étage sénonien*), et dans les assises tertiaires, constituées principalement, en partant de la base, par des

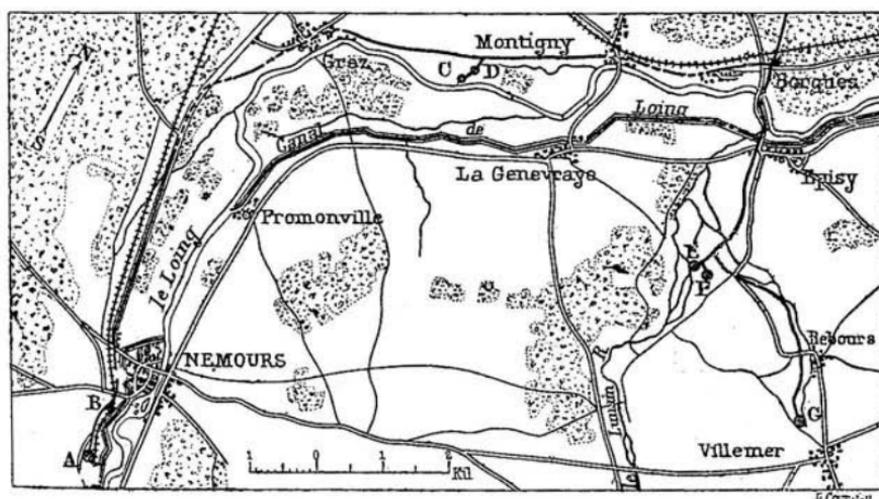


FIG. 12. — Carte des SOURCES DU LOING ET DU LUNAIN.

A, Chantréanville; B, La Joie; C, Le Sel; D, Bignons-de-Bourron; E, Saint-Thomas; F, Bignons-du-Coignet; G, Villemer.

argiles accompagnées de conglomérats atteignant une grande épaisseur près de Nemours, mais très réduits à Montigny-sur-Loing (*étage sparnacien*), puis par des travertins siliceux bréchiformes, parfois marneux et tendres, mais le plus souvent très durs, puissants d'environ 30 mètres, surmontés par des calcaires *sannoisiens*, exploités sous le nom de pierre de Souppes ou de Château-Landon.

Les travertins siliceux intercalés entre le *Sparnacien* et le *Sannoisien* avaient, jusqu'à présent, été, à cause de leur aspect lithologique, considérés comme Ludiens; mais la découverte que nous avons faite en 1899 de fossiles (*Limnæa longiscata*, *Planorbis goniobasis*), dans un banc se trouvant à 10 mètres au-dessus de l'argile *sparnacienne*, a montré que les 20 ou 25 mètres de calcaires siliceux et marneux se trouvant au-dessus devaient seuls être maintenus dans le *Ludien*, et que les calcaires existant au-dessous représentaient le *Bar-tonien* seul, ou associé au *Lutétien*.

Ces assises géologiques, à peu près horizontales, se relèvent cependant nettement vers l'Est.

Les alluvions sont constituées, à la base, par un diluvium pléistocène, composé de sables plus ou moins grossiers et de graviers roulés dont les éléments comprennent des silex de la craie très nombreux, quelques fragments de grès de Fontainebleau, et de calcaires siliceux *ludiens* ou *sannoisiens*. On trouve, dans le diluvium de la vallée du Loing, de gros blocs de conglomérat *sparnacien* de Nemours.

Le diluvium pléistocène est recouvert par une couche de tourbe d'âge relativement très récent. Il repose sur une couche de craie jaune remaniée au-dessous de laquelle on trouve la craie sénonienne en place.

Les eaux des sources qui nous occupent circulent dans des diaclases de la craie sénonienne et se font jour à travers la craie remaniée et les alluvions.

Le bassin d'alimentation de ces sources n'est pas bien connu. On a dit que certaines sources de la vallée du Lunain n'étaient que les réapparitions des pertes de la rivière supérieure, mais le fait ainsi présenté paraît inexact, et tout ce que l'on peut avancer avec quelque vraisemblance, c'est que les pertes du Lunain contribuent à alimenter la nappe de la craie donnant naissance aux sources.

Ajoutons qu'en 1901, M. Diénert a reconnu l'existence de quelques mardelles sur le plateau entre Loing et Lunain, et de nombreux bétoires *capables d'engouffrer toute la rivière* dans la vallée du Lunain. La fluorescéine versée dans deux de ces bétoires est apparue dans plusieurs sources, entre autres dans celle de Villemer, qui paraît la moins sûre de celles captées par la ville de Paris et mérite d'être abandonnée.

3^e Région de l'Avre et de la Vigne (fig. 13). — Cette région, des sources de l'Avre supérieure et de ses affluents jusqu'à Verneuil, est faiblement inclinée vers le Nord-Est. Les assises géologiques plongent également vers le Nord-Est, mais avec une pente un peu plus forte, si bien qu'en descendant le cours des rivières supérieures on trouve des assises de plus en plus récentes.

Le Cénomaniens, représenté au sommet par des sables quartzeux (Sables du Perche) et à la base par la craie glauconieuse, est en affleurement au Sud d'une ligne passant par Randonnai, Irai, Saint-Maurice, Moussonvilliers, Reveillon et la Ferté-Vidame.

Le Turonien, constitué par de la craie marneuse, repose sur le Cénomaniens au Nord de la même ligne.

Le Sénonien, constitué par de la craie blanche, recouvre l'étage turonien à partir d'une ligne passant par Baslines, Rueil-la-Gadelière et Brezolles.

L'Argile à silex recouvre d'un épais manteau les craies cénomaniennes, turoniennes et sénoniennes, et constitue le sol de la région recouverte d'Alluvions modernes dans la partie haute des vallées de l'Avre supérieure et de ses affluents. Elles rendent, là où elles existent, le sol à peu près imperméable.

On comprend dès lors comment les eaux de surface de la zone supérieure imperméable rentrent en terre au contact de la craie turo-nienne fissurée (zone des bétaires), et comment elles ressortent plus bas

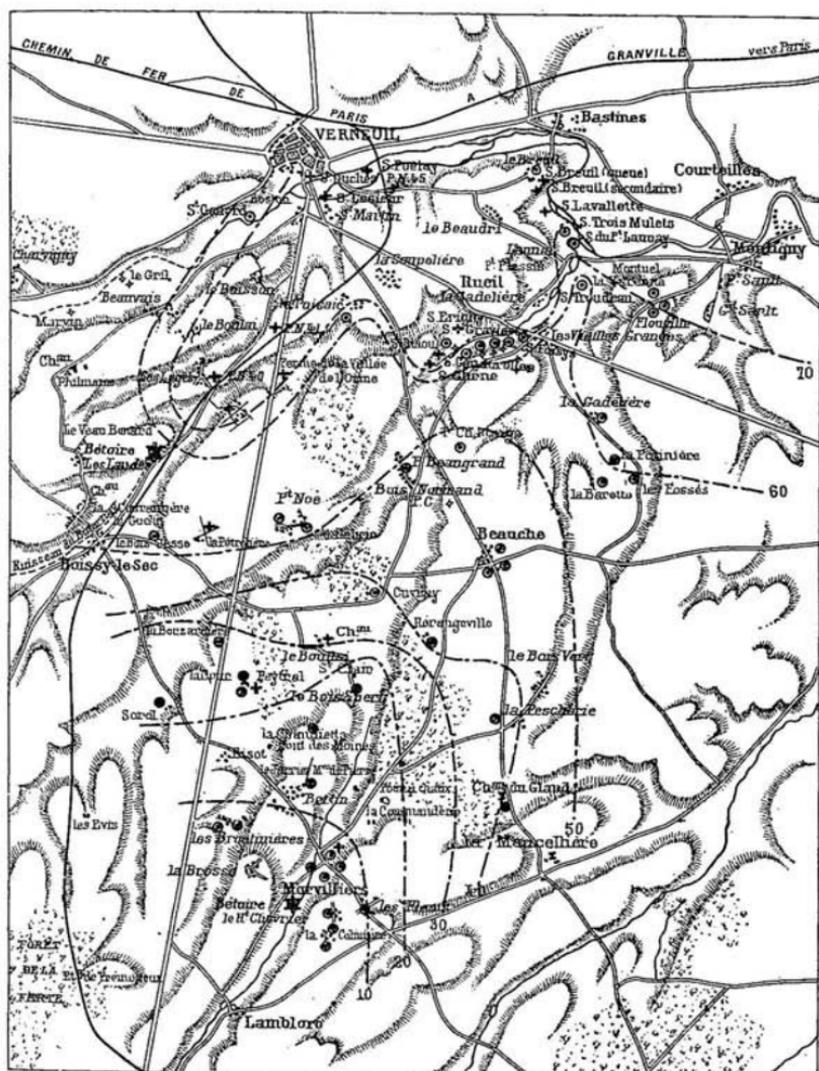


FIG. 13. — Carte des sources de l'Avre et de la Vigne et expériences de Marboutin à la fluorescéine.

(zone des sources) lorsque le niveau piézométrique devient supérieur à celui du sol. Comme la nappe oscille en hauteur suivant les conditions météorologiques on conçoit ainsi que certaines mardelles qui sont

absorbantes quand la nappe est basse deviennent débitantes (sources) quand elle est haute (fig. 14).

C'est ainsi que, dans la vallée de l'Avre, tous les entonnoirs d'effondrement situés au-dessus de La Lambergerie sont des bétouires ; que ceux situés entre La Lambergerie et Le Poëlay donnent naissance à des sources tarissant l'été, et pourraient, à ce moment, absorber l'eau qui leur arriverait ; enfin que ceux situés au-dessous du Poëlay et dans la vallée de la Vigne donnent des sources pérennes ou du moins ne tarissant qu'à la suite de périodes de sécheresse tout à fait exceptionnelles.

Le nombre de ces entonnoirs d'effondrement est considérable ; il en existe plus de cent. Quelques-uns ont jusqu'à 25 mètres de diamètre et 0 mètres de profondeur. On voit quelles dimensions considérables

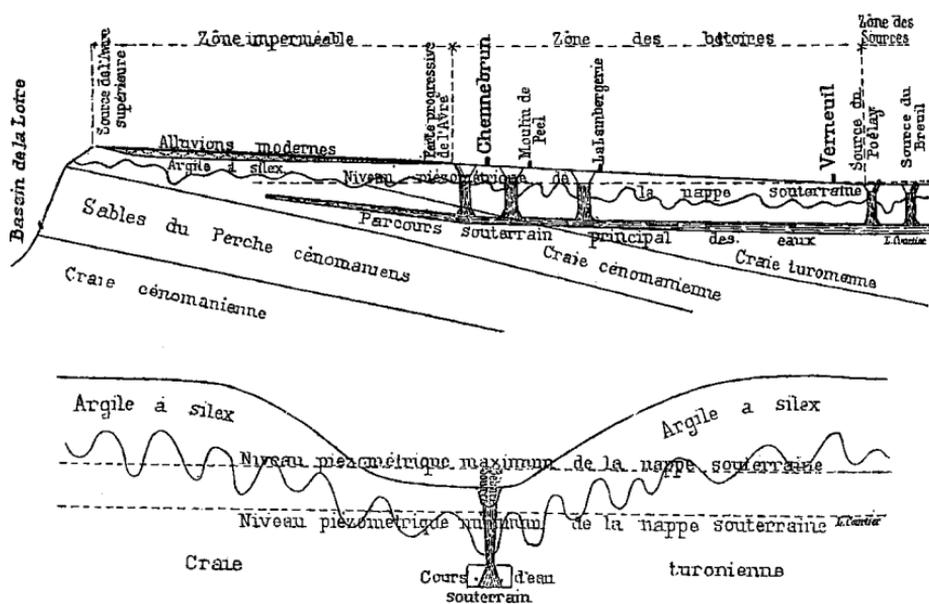


FIG. 14. — Coupe géologique longitudinale et coupe transversale suivant la VALLÉE DE L'AVRE (de la source de l'Avre supérieure jusqu'au Breuil).

ont, dans certains points, les cavernes souterraines servant à la circulation des eaux.

On n'a pas souvenir, dans le pays, de l'époque à laquelle se sont produits la plupart de ces entonnoirs d'effondrement, mais quelques-uns ne datent que de peu d'années.

Les cavités souterraines vont d'ailleurs en grandissant constamment, le carbonate de chaux dissous dans les eaux des sources étant, comme nous l'avons déjà dit, en majeure partie emprunté à leurs parois. Il en résulte que de nouveaux entonnoirs se produiront encore, et il serait parfaitement possible qu'un jour un effondrement s'effectuât juste au-dessous d'une maison et déterminât un grave accident.

Nous devons faire remarquer toutefois que, quelque important que soit le rôle hydrologique des entonnoirs d'effondrement, ce n'est pas uniquement à eux que doivent leur existence toutes les pertes d'eau et toutes les sources. Certains bétouires se trouvent en effet dans des lits poreux, où l'eau pénètre facilement dans l'argile à silex, puis gagne la nappe souterraine par des diaclases de la craie. De même ces diaclases de la craie peuvent amener dans l'argile à silex, et au jour, les eaux de la nappe souterraine lorsque le niveau piézométrique de la nappe est plus élevé que celui du sol.

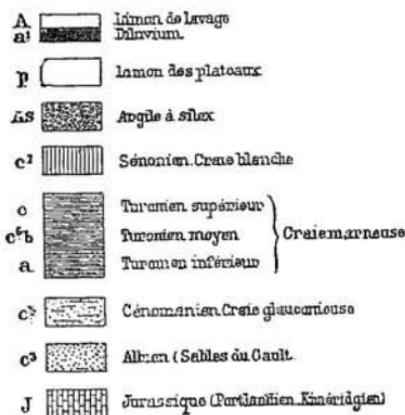
Un peu plus au Nord, M. Diénert (Travaux de la même Commission) a également étudié l'hydrologie des vallées de l'Eure et de l'Iton. Les sources de Pacy-sur-Eure, de Fontaine-sous-Jouy sont, comme nous en avons vu précédemment, des sources de thalweg, dont les eaux remontent par une véritable cheminée verticale. Le courant des Boschérons, étudié en détail, paraît bien communiquer avec l'Iton (très souillé), par des portions absorbantes du lit, et aussi en temps de crue par des bétouires.

Encore plus au Nord et au delà de la Seine, nous trouvons la région normande, qui va se terminer par les falaises crayeuses de la Manche entre Le Havre et l'embouchure de la Somme. Ces falaises sont très intéressantes à Étretat, Yport : on y voit les fissures qui les divisent, et les sources qui naissent au pied et à différentes hauteurs sont nombreuses ; il y en a même qui naissent en dessous du niveau de la mer (source captée à Yport).

Nous devons signaler une belle étude de MM. Dollfus et Fortin sur l'hydrologie des environs de Rouen et l'origine des sources alimentant cette ville. La vallée du Robec est ouverte dans le Cénomancien et les coteaux sont formés par le Turonien surmonté du Sénonien (fig. 15) : les bancs de ces derniers sont très fissurés et si nous ajoutons que le vallon de Fontaine-sous-Préaux est l'abouchement dans la vallée du Robec d'un synclinal et probablement d'une cassure venant directement du village d'Isneauville, on sera porté à penser que les eaux usées de ce village se sont sans doute mêlées aux sources de Fontaine et les ont contaminées à diverses reprises. Les sources sortent de la craie turonienne, qui contient à sa base et dans son milieu des bancs assez argileux pour arrêter l'eau. Voici du reste, d'après M. Dollfus, la succession et l'épaisseur des couches de cette région (en allant de haut en bas) :

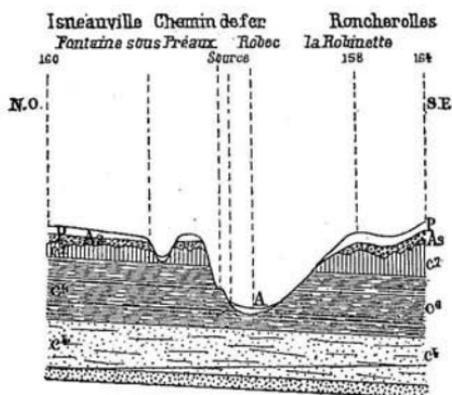
Limons du Pléistocène supérieur (1 à 10 m.), limon des plateaux (2 à 6 m.), Diluvium de la Seine (2 à 7 m.), sable blanc ou jaune éocène (1 à 6 m.), argile à silex éocène (2 à 20 m.), craie du Sénonien moyen (14 m.), craie du Sénonien inférieur (30 m.), craie blanche du Turonien supérieur (25 m.), craie blanche du Turonien moyen (30 m.), craie grisâtre et marneuse du Turonien

inférieur (25 m.), craie glauconieuse du Cénomanién supérieur (20 m.), craie sableuse et sables gris et verts (15 m.), argile grise ou gaize du Cénomanién inférieur (10 m.), sables verts albiens et gault (15 m.), gris et sables jaunes ou bleuâtres portlandiens (12 à 20 m.), argiles et marnes du Kimméridgien (60 m.).



Echelles

Hauteurs 1:6000 Longueurs 1:60 000



Coupe transversale de la VALLÉE DU ROBEC A FONTAINES-SOUS-PRÉAUX.

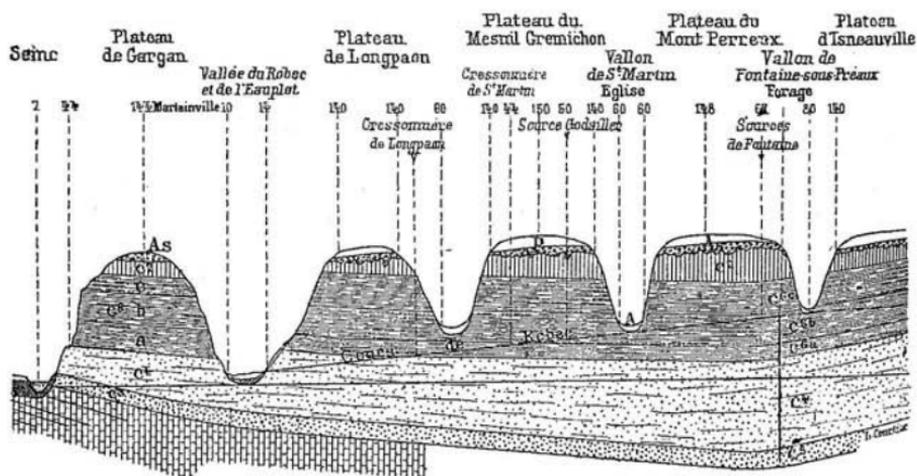


FIG. 15. — Coupe longitudinale de la VALLÉE DU ROBEC et des COTEAUX DE LA RIVE DROITE. ORIGINE DES SOURCES DE ROUEN (d'après MM. Dollfus et Garnier).

e) *Crétacé au Nord du bassin de Paris.* — Sauf la partie dévonienne de l'arrondissement d'Avesnes, le Boulonnais et le pays de Bray où réapparaît le Jurassique, les départements du Nord, du

Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Inférieure et la moitié Nord-Ouest de l'Oise sont entièrement formés par la craie que recouvre par endroits des lambeaux d'Éocène ou des lambeaux souvent plus étendus d'alluvions ; le Crétacé repose sur le Carbonifère. Les couches vont d'ailleurs en plongeant vers le Nord ou le Nord-Ouest. C'est la terre classique des puits artésiens.

D'après Gosselét, dans les trois départements du Nord, on trouve les nappes suivantes (dont plusieurs sont artésiennes) en allant de la profondeur vers la surface :

a) Nappe du calcaire carbonifère, généralement dans l'assise de la dolomie.

Crétacé. — b) Nappes, mais peu constantes et peu étendues, dans les sables du Gault et dans les marnes à *Belemnites plenus* du Cénomaniens (La Capelle, Nouvion, Guise).

c) Nappe des marlettes (souvent plusieurs nappes dans les marlettes), au-dessus des dièves imperméables (base du Tronien).

d) Plusieurs nappes parfois dans la craie à silex cornus (sommet du Turonien) sur des bancs de marne.

e) Nappes du tun (base du Sénonien). Aux environs de Lille, il y a 2 couches de tun séparées par quelques mètres de craie sableuse et une nappe à la base de chaque tun.

f) Nappe de la craie blanche à *Micraster* (Sénonien) ou craie fendillée, pouvant être artésienne sous l'argile de Louvil (eaux de Roubaix-Tourcoing, Dunkerque, Douai, etc.).

Tertiaire. — g) Nappe des sables landéniens (sables de Bracheux) sur l'argile de Louvil.

h) Nappe des sables yprésiens (près de Mons-en-Pévèle) sur l'argile plastique.

i) Nappe des sables de Cassel (base du Parisien) sur l'argile des Flandres.

j) Nappe des sables de Diest (Pliocène) sur l'argile à *Pecten corneus*.

Quaternaire. — k) Nappe des sables de Bourbourg.

l) Nappe des dunes, le long de la côte.

m) Nappe des alluvions dans le fond des vallées.

Dans toute la Flandre le sol étant recouvert d'une couche argileuse peu perméable, les sources sont rares. Ailleurs elles résultent des affleurements des nappes ci-dessus dans les vallées ; il faut souvent s'adresser aux nappes profondes par des forages.

En Belgique, le Hervien (Sénonien) contient à la base une couche d'argile, très importante au point de vue aquifère : cette couche empêche l'eau de descendre dans le terrain houiller et constitue une nappe dans la craie (alimentation de la ville de

Liège). Notons que les couches crétacées et tertiaires de la moyenne et de la basse Belgique plongent toutes régulièrement vers le NNW. avec une pente de 5 mètres par kilomètre : les nappes ont donc leur écoulement dans le même sens.

Mais il faut maintenant mentionner les nouvelles vues de M. Gosselet¹ sur la situation et l'écoulement de l'eau dans la craie : elles s'appuient sur les données hydrologiques obtenues lors du creusement des puits des concessions de Lens et de Courrières. La figure 16 résume un certain nombre de ces données, les chiffres à droite des coupes indiquant les profondeurs, et ceux à gauche les venues d'eau en mètres cubes rencontrés aux différents niveaux.

M. Gosselet reconnaît toujours bien que la craie est le plus souvent fissurée ou fendillée et que le réseau de ses fissures contient en général de l'eau ; mais il n'est pas nécessaire qu'il y ait des bancs argileux intercalés pour arrêter l'eau, il suffit que la craie soit restée compacte dans certains bancs (qui sont alors durs) : c'est ce qui constitue notamment l'imperméabilité du *tun* ou *meule*². Ainsi à la fosse n° 9 de Lens, l'eau très abondante d'abord diminue brusquement au-dessous du banc dur de 28 mètres ; à la fosse n° 2 de Courrières, on a mis une trousse au niveau du banc dur à 24 mètres et on n'a presque plus d'eau en dessous ; au n° 8 de Courrières il suffit du passage de la craie fendillée qui règne jusqu'à 10 mètres à une craie plus compacte pour ramener la venue d'eau de 1680 mètres cubes à l'heure à 345.

Inversement l'eau trouve des lieux d'élection et de facile passage dans certaines couches où la craie paraît avoir été remaniée et prend un aspect de conglomérat : c'est ce que Gosselet appelle la *craie congloméroïde*, et il pense que cette structure est le résultat du passage d'eaux anciennement beaucoup plus abondantes qu'aujourd'hui. L'exemple des fosses 1 et 10 de Lens et 9 de Courrières montre combien cette craie est plus riche en eau que les autres bancs : elle est là nettement séparée de la craie fendillée supérieure. L'eau se trouverait ainsi distribuée dans la craie sénonienne en gîtes situés à différentes hauteurs et déterminés par la situation des bancs congloméroïdes : ces gîtes communiquent entre eux, mais assez difficilement, par les cassures verticales. Il n'y aurait plus ainsi à proprement parler de nappes super-

1. J. GOSSELET. Les nappes aquifères de la craie au Sud de Lille. *Annales de la Société géologique du Nord*, séance du 1^{er} juin 1904.

2. Les puits de Lille et environs descendent généralement entre deux bancs de tun, séparés par une couche sableuse aquifère. Dans les fosses de Lens et Courrières, il n'y a plus qu'un banc de meule.

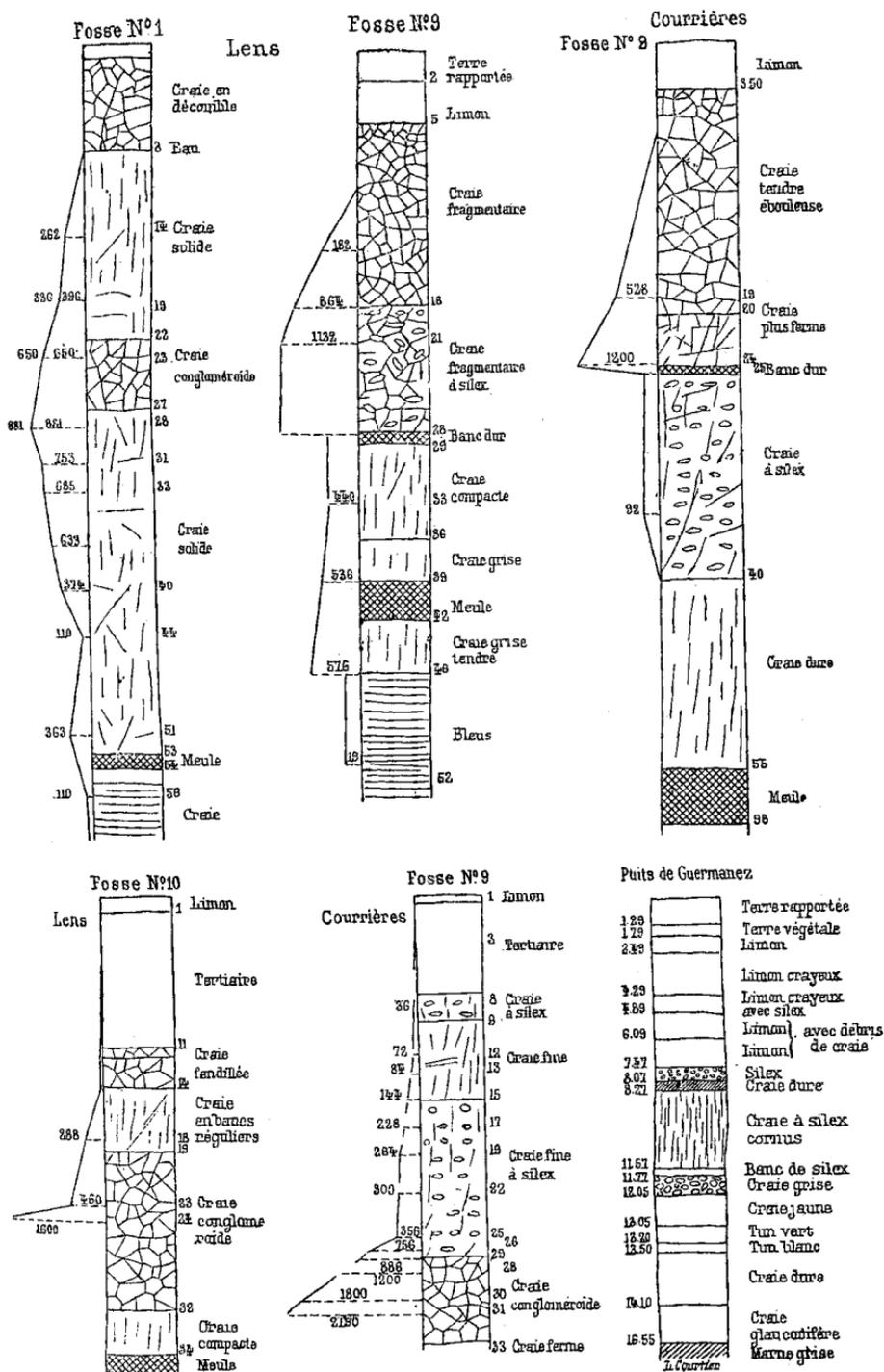


FIG. 16. — Études de Gosset sur les venues d'eau dans la crâie aux environs de Lille.

21 juillet 1910.

Bull. Soc. géol. Fr. N. — 14.

posées, ni d'artésianisme, mais seulement des niveaux piézométriques variables dépendant pour chaque gîte aquifère des cassures avec lesquelles il est en relation.

D'un autre côté, M. Gosselet a remarqué que la craie congloméroïde n'existe pas sous les plateaux et qu'on la trouve surtout dans les vallées et vallons ; il en est du reste de même pour la craie fendillée riche en eau. On est ainsi conduit à placer les ouvrages de captage dans les dépressions de la surface (vallées), ces dépressions traduisant sans doute ce qui s'est passé dans la profondeur (affaissements ?). C'est ainsi qu'il explique qu'un forage d'essai fait à Carnin (sur un plateau) par la ville de Lille n'a donné que peu d'eau tandis que le puits de Guermanez situé à 300 mètres au Sud de l'usine d'Emmerin a donné plus de 5000 mètres cubes par jour.

f) *Crétacé dans le Sud de la France.* — Au Sud de la région jurassique des Charentes, s'étend une vaste région crétacée, entre Charente et Dordogne. C'est le Cénomaniens qui y domine : il comprend d'abord une assise de grès et sables glauconieux aquifères (deuxième partie de la galerie de Rochefort), puis des calcaires fissurés (calcaires à sphérulites) également aquifères (première partie de la galerie de Rochefort). La craie glauconieuse (à *Micraster*), épaisse de 60 mètres, et la craie à *Ostrea vesicularis* (55 mètres) ont aussi de l'eau à leur base. Les sources du Cluzeau et de l'Abîme qui alimentent Périgueux sont d'un de ces niveaux, mais doivent leur naissance à une faille.

En dehors de l'étroite bande jurassique et crétacée qui flanque le versant nord des Pyrénées (une bande symétrique occupe le versant espagnol), il ne reste plus guère à examiner que le grand massif crétacé du Sud-Est, lequel va du revers ouest des Alpes au Rhône et déborde même dans l'Ardèche, le Gard et l'Hérault. Ici encore c'est le Crétacé inférieur qui domine : il devient calcaire (Urgonien) et donne naissance à de grandes nappes et à de grosses sources, dont les fontaines de Vaucluse, de Nîmes, du Lez, de Sassenage (Grenoble), des Gillardes dans le Dévoluy¹, du Brudoux dans le Vercors² sont des types classiques. Il faut y ajouter les sources d'Eure, de Tavel, de Gourdagne, de Bourg-

1. Le massif du Dévoluy (Hautes-Alpes) est formé par le Crétacé supérieur (Sénonien) et le Crétacé inférieur (Néocomien) reposant en stratification discordante sur le Corallien et l'Oxfordien. Les eaux qui tombent sur la grande surface d'absorption située au pied du Puy Ferrand, laquelle est criblée d'orifices appelés *chouruns*, ressortent à la source double des Gillardes, dans la cluse de la Baume, au Nord du massif : les couches plongent fortement vers le Nord.

2. Le Vercors (entre le Drac, l'Isère et la Drôme) est au contraire formé exclusivement par le Néocomien : il est aussi criblé de trous appelés *pots* ou *scialets*. La source du Brudoux vient des infiltrations du plateau de Fondurle.

Saint-Andéol, du Groseau au pied du Ventoux, etc. Les sables, grès et calcaires glauconieux de l'Albien sont aussi perméables dans le Gard et donnent naissance à de nombreuses sources (Campagnac, Blanzac, Salazac, etc).

Voici d'après mes études avec M. Torcapel les quatre niveaux d'eau du Néocomien et de l'Urgonien aux environs de Nîmes.

	Aptien	Marnes aptiennes (impermeables)
Urgonien	Donzérien ép ⁿ 500 ^m	1 ^{er} Niveau d'eau Calcaires rocheux Couches marnouses coralligènes à <i>Chama ammona</i> 2 ^{me} Niveau d'eau
	Barutélien ép ⁿ 320 ^m	Marnes et calcaires marneux à <i>Ammonites difficilis</i> (imp.)
	Cruasien ép ⁿ 150 ^m	Calcaires rocheux à <i>Ammonites cruasensis</i> 3 ^{me} Niveau d'eau
Néocomien	Haatervien ép ⁿ 400 ^m	Calcaire marneux à <i>Crioceras Duvali</i> (imp.) 4 ^{me} Niveau d'eau Calcaires rocheux à <i>Ammonites radiatus</i>
		Marnes et calcaires marneux à <i>Amm. cryptoceras</i> (imp.)
	Valanginien ép ⁿ 100 ^m	Marnes à <i>Belemnites latus</i> (imp.)

L. Couze

Le Crétacé supérieur de la Provence contient également plusieurs niveaux d'eau. Les grès ferrugineux et calcaires marno-gréseux sont un peu perméables et donnent de nombreuses sources, mais petites. Les calcaires à *Hippurites*, grès et calcaires gréseux du Turonien et du Sénonien, renferment plusieurs nappes sur les couches argileuses intercalées, notamment une nappe importante sur les sables et argiles réfractaires à *Ostrea columba* (sources de Saint-Victor, des Oules, de Sabran, de Bagnols, etc.) — ; enfin, les calcaires et marnes de Rognac, de Fuveau et de Piolenc (Danien) forment un ensemble perméable (les couches lignitifères du bassin de Fuveau, dans la vallée de l'Arc, entre Aix et Marseille, contiennent des eaux abondantes qui gênent beaucoup l'exploitation des mines.)

Il faut ici donner quelques détails sur les fontaines de Vaucluse, de Nîmes, du Lez.

Fontaine de Vaucluse. La célèbre fontaine a été étudiée par MM. Bouvier, Lefèbre, Dyrion¹ et Pochet².

La Fontaine est l'exutoire d'un vaste bassin de calcaire urgo-

1. DYRION. *Bull. Hydraulique agricole*, 1894.

2. POCHE. *Bull. Hydraulique agricole*, 1901.

nien de 70 km. de longueur, qui s'étend jusqu'à Sisteron, et aurait 1450 km. carrés. La figure 17 en montre la coupe géologique.

Les eaux traversent facilement les calcaires, fissurés et perforés (*avens*), et sont arrêtées par les marnes hauteriviennes du Néocomien : elles cheminent ainsi vers l'Ouest, de bassins en bassins souterrains, réunis par des déversoirs ou des siphons, jusqu'à ce que par le conduit remontant d'un dernier siphon elles butent contre les marnes lacustres et reparaissent au jour au pied d'un banc rocheux de 200 mètres de hauteur. La Fontaine de Vaucluse est en somme une *exsurgence* fermée, ascendante,

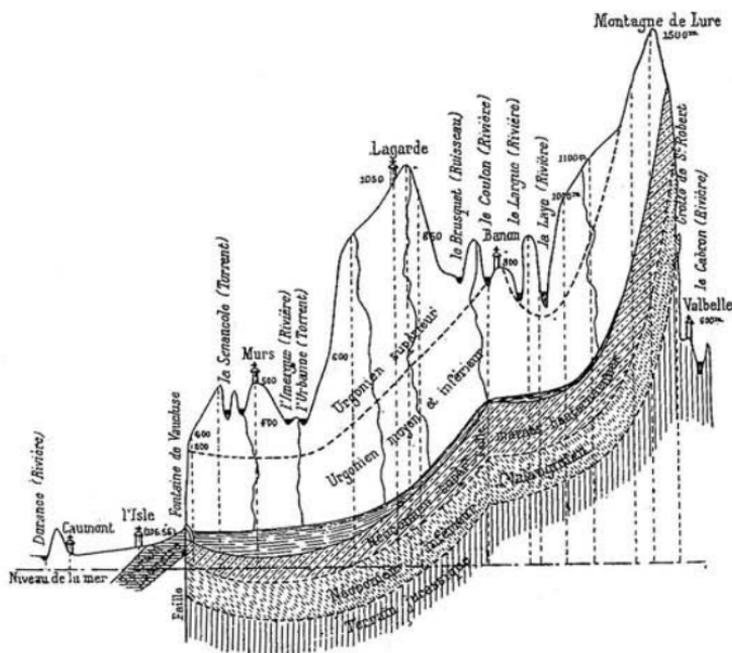


FIG. 17. — Coupe en long (de Sisteron à Avignon) du BASSIN DE LA FONTAINE DE VAUCLUSE (d'après Dyrion).

unique, calme, et de recoupement topographique au bout d'une vallée et au pied d'une falaise (M. Martel).

Le débit varie de 4 à 150 mètres cubes par seconde. Il y aurait grand intérêt à pouvoir le régulariser ; mais il serait dangereux pour cela de chercher à réduire l'orifice en crue, parce que sous les pressions intérieures l'eau pourrait se créer d'autres sorties. M. Dyrion a proposé de créer une galerie allant capter l'eau à 4 mètres en dessous du niveau le plus bas d'émission : on utiliserait ainsi une tranche qui reste à présent en réserve dans le sol.

Fontaine de Nîmes. Ici c'est encore une faille qui fait buter les eaux du calcaire de Cruas (Urgonien) contre les marnes subapennines relevées brusquement et les force à venir au jour (fig. 18). Les débits ne paraissent pas bien connus. La ville de Nîmes utilise une partie des eaux, mais elles sont sujettes à être contaminées, et le nombre des bactéries y est parfois supérieur à 1000 par centimètre cube (après les pluies notamment).

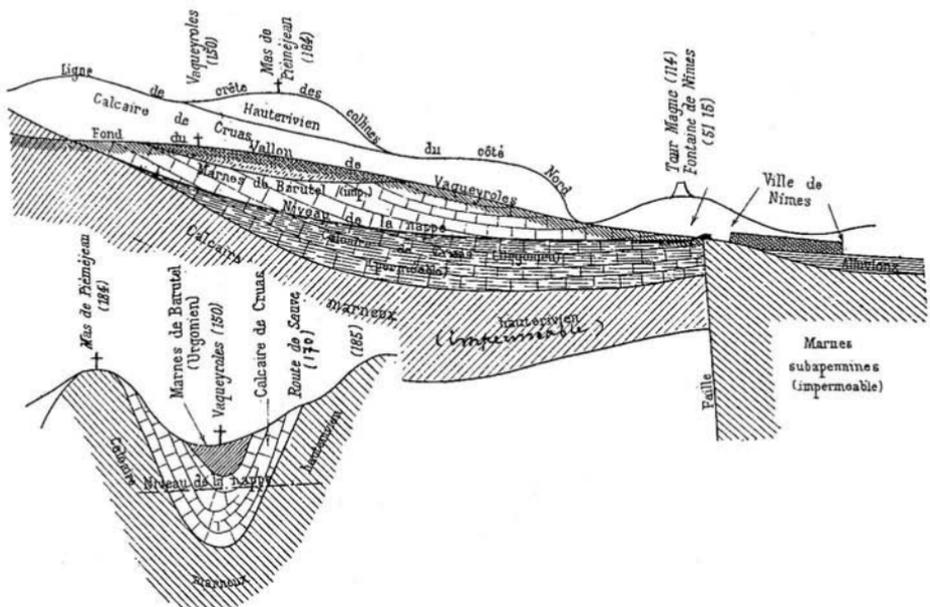


FIG. 18. — La FONTAINE DE NÎMES et sa production par une faille. Conpes longitudinale et transversale.

Source du Lez. — L'étude géologique du bassin d'origine de la source du Lez qui alimente Montpellier a été faite par MM. Delage et Mourgues.

« Le Lez sort d'une formation essentiellement constituée par une alternance de calcaires et de marnes. Cette formation représente le Néocomien inférieur, c'est-à-dire l'étage herriasien. Elle s'étale sur une grande surface et elle a subi des mouvements violents qui l'ont fortement plissée et disloquée. Elle absorbe, à très peu près, la totalité des eaux pluviales qui tombent directement à sa surface. Ces eaux s'y accumulent à de certaines profondeurs et y sont retenues par les assises marneuses plus ou moins imperméables, ainsi que l'attestent les puits qu'on a creusés un peu partout dans la région.

« Il y a lieu de remarquer qu'en dehors du Lez, aucun ruisseau important ne sert d'écoulement aux eaux en question. Celles-ci sont-elles l'unique source d'alimentation du Lez ? C'est possible, étant données et l'étendue de l'affleurement berriasien et la quantité d'eau moyenne enregistrée annuellement par le pluviomètre.

« Cependant, au premier abord, on ne peut se défendre de supposer qu'une partie des eaux du Lez lui vient de bien plus loin en amont de sa source et en dehors du réservoir berriasien. Cette supposition, d'ailleurs toute gratuite jusqu'à présent, est surtout provoquée par ce fait que le Lez, au contraire de la plupart des autres cours d'eau, est déjà à sa source une rivière toute faite, c'est-à-dire que son débit y est considérable.

« Outre les eaux de pluie, la formation berriasienne reçoit encore une masse d'eau importante, c'est celle du ruisseau le Lirou, dont la source est aux Matelles à quelques kilomètres en amont de celle du Lez. Le Lirou sort du Jurassique supérieur ou étage tithonique. Dès sa sortie, il se déverse entièrement dans les couches berriasienues, où il coule ensuite souterrainement et superficiellement jusqu'à son embouchure dans le Lez.

« Si donc l'apport de la pluie, d'une part, et l'apport du Lirou, de l'autre, ne fournissent pas toute son eau au Lez, il semble certain qu'ils contribuent pour une bonne part à son alimentation ; et, lorsqu'on se place au point de vue de la contamination de ce ruisseau, il devient évident que les foyers d'infection peuvent être et sont en réalité si multiples qu'il est impossible d'arriver à les faire disparaître ».

Le débit de la source du Lez qui paraît varier de 600 à 10.000 litres par seconde n'a pu être mesuré exactement d'une façon suivie à cause des difficultés qu'auraient présentées de telles mesures. On s'est contenté de noter régulièrement le niveau de l'eau dans le bassin, sur une échelle dont le zéro se trouve à 80 centimètres environ au-dessous du couronnement du barrage : ce niveau est évidemment en rapport avec le débit de la source.

IV. — TERRAINS TERTIAIRES.

Les terrains tertiaires, alternances de couches relativement minces de sable, d'argile et de calcaire, sont beaucoup plus variables de composition d'un lieu à un autre que les terrains plus anciens. Il est donc difficile d'en donner une description d'ensemble, mais il sera bon de rappeler que les sables étant géné-

ralement désagrégés, sont toujours très perméables, et que les calcaires étant en bancs peu épais laissent d'ordinaire passer l'eau comme au travers d'un crible et filtrent généralement mal : l'importance des nappes dépend surtout, bien entendu, de l'étendue des affleurements du terrain perméable.

Bassin de Paris. — La grande étendue de terrains tertiaires qui règnent dans ce bassin a été bien étudiée; l'hydrogéologie en est figurée schématiquement dans le tableau ci-dessous, qui indique également les divers niveaux d'eau qu'on rencontre sous Paris¹ (fig. 19).

Comme on le sait, en raison de l'étendue de leurs affleurements et de leur épaisseur relativement grande aux environs de Paris, les sables du Soissonnais sur l'argile plastique d'une part², les sables de Fontainebleau sur la marne à Huîtres de la base ou plus souvent sur les glaises vertes d'autre part³, donnent naissance à deux grandes nappes aquifères, dont l'eau, filtrée par les sables, doit être de tous points excellente. On pourrait certainement, en choisissant des points convenables, saigner ces nappes par de

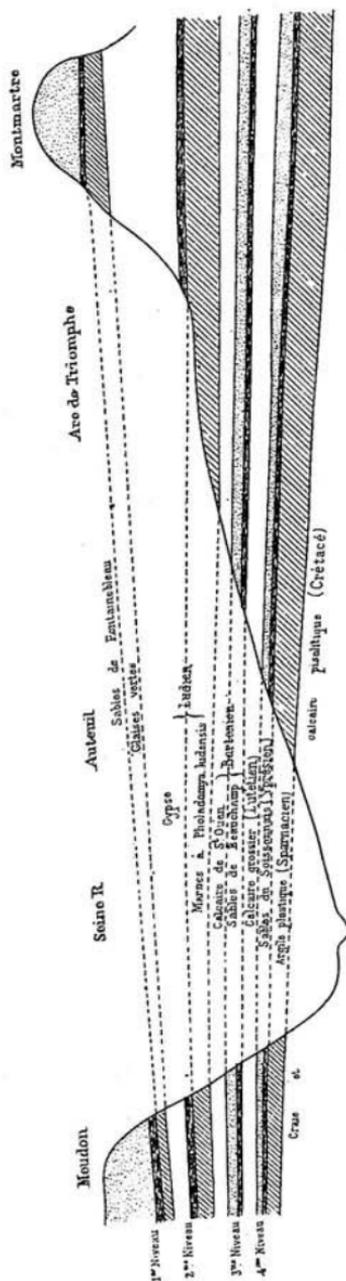


Fig. 19. — Diagramme des couches tertiaires et des nappes aquifères sous Paris.

1. ÉMILE GÉRARDS : Paris souterrain.

2. On peut citer comme caractéristique de ce niveau la belle ligne de sources de la vallée de l'Oise près Pont-Saint-Maxence (fig. 20).

3. MM. Ramond et Dollot ont bien étudié l'effet des eaux de cette nappe du Stampien sur l'éboulement du tunnel de Meudon pendant sa construction : l'éboulement s'est produit quand on s'est trop approché de la base des sables de Fontainebleau très aquifères (fig. 21 et 22).

belles captations souterraines : c'est ce qu'avait songé à faire la ville de Compiègne¹.

La surface de la Brie, occupée par les meulières et marnes (Travertin moyen), est généralement imperméable et présente de nombreuses mares. Il en est de même de la grande forêt d'Orléans (argile à silex du Burdigalien). Ces régions sont donc l'opposé de la grande forêt de Fontainebleau qui ne contient pas d'eau à la surface, le sol laissant tout pénétrer dans la profondeur.

La grande lentille de gypse qui aux environs de Paris va de Meulan à Château-Thierry, donne de nombreuses sources à son pourtour, mais les eaux sont généralement très dures : sources

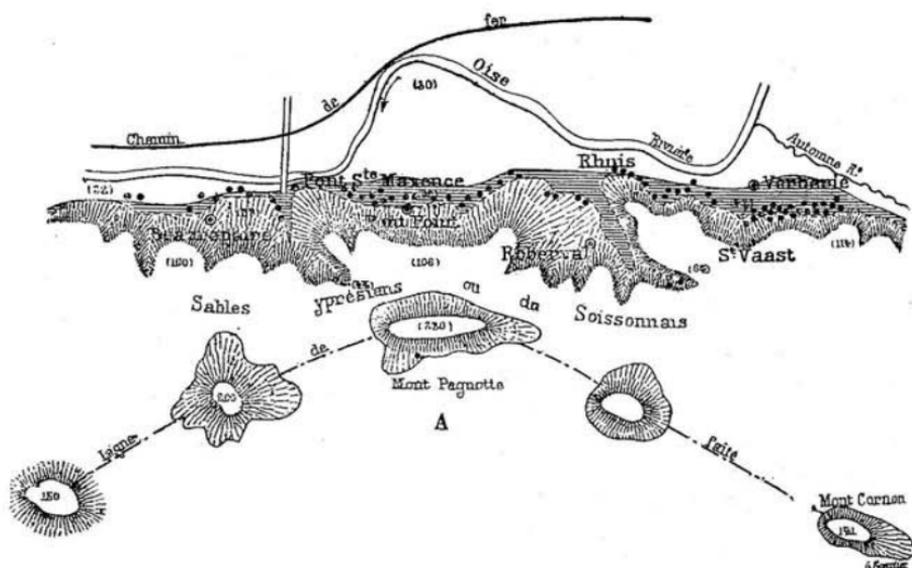


FIG. 20. — Ligne de sources des sables yprésiens sur l'argile plastique près Pont-Sainte-Maxence.

de la vallée de l'Yvette (30° à 44°), sources de Rungis et d'Arcueil (38°), sources du Val Fleury à Meudon, sources de Saint-Cloud, Garches et Montretout (30° à 60°), sources de la côte de Marly (48°), fontaine à Tonquin dans la vallée d'Yères (30°), etc.

Les calcaires tertiaires ne sont pas moins caverneux et fissurés que les calcaires jurassiques : je vais en donner trois remarquables exemples.

1. Les *Sables moyens*, du niveau de Beauchamp, contiennent souvent aussi une belle et bonne nappe : M. Maurice Morin la déclare constante et parfois artésienne sous le plateau d'Aulnay (Seine-et-Marne), tandis que les niveaux au-dessus des marnes à Pholadomyes et au-dessus des glaises vertes sont les moins réguliers et les moins abondants. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), VIII, 1908.

TABLEAU DES TERRAINS TERRESTRES ET DE LEURS NAPPES AQUIFÈRES DANS LE BASSIN DE PARIS (NAPPES SOUS PARIS)

TERRAINS	ÉTAGES	ASSISES	Notation de la carte géologique	Perméabilité	Épaisseur moyenne	NIVEAUX D'EAU	
MIOCÈNE PLIOCÈNE	Sicilien.....	Sables de Saint-Prest.....	p^1	perm.	m.	Peu développé dans le bassin de Paris : ne fait que couronner quelques coteaux.	
	Astien.....	Sables à <i>Nassa</i> du Cotentin.....	"	perm.	2 à 10		
	Plaisancien.....	Faluns de la Dixmerie.....	p_1	perm.	5 à 6		
	Tortonien.....	Faluns de l'Anjou.....	"	perm.	5 à 20	Petite nappe sur un lit de marne.	
	Helvétien.....	Faluns de la Touraine.....	m^3	perm.	5		
	OLIGOCÈNE	Burdigalien.....	Sables et argiles de la Sologne.....	m^2	perm.	20	Nappe dans les sables de la Sologne sur la couche de marne.
			Marnes de l'Orléanais.....	"	imp.	10 à 40	
		Aquitanien (calcaire de Beauce).....	Sables de l'Orléanais.....	m_1	perm.	2 à 10	Manque parfois.
			Calcaire à hélices de l'Orléanais.....	"	perm.	10 à 20	
			Mollasse du Gâtinais.....	m^1	perm.	20	
Stampien.....		Calcaire à Limnées, meulières de Montmorency.....	m^1	imp.	5 à 15	Petite nappe dans les calcaires supérieurs.	
		Sables de Fontainebleau.....	"	perm.	20 à 30		
TONGRIEN		Sannoisien.....	Sables de Fontainebleau.....	m_{11}	perm.	40 à 60	L'eau traverse cette assise : vallées sèches. Grande nappe, soit sur les marnes à Huîtres, soit sur les glaises vertes (1 ^{er} niv. sous Paris).
			Marnes à Huîtres (manque parfois).....	"	imp.	2 à 10	
		Ludien.....	Calcaire lacustre (Travertin moyen) de la Brie.....	e^5	variab.	1 à 5	Très peu épais près de Paris : petit niveau d'eau sur e^4 (manque parfois).
	Glaises vertes.....		e^4	imp.	4 à 5		
	Gypse travertin de Champigny.....		e^3	perm.	10 à 20		
	Bartonien.....	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	e^2	imp.	5 à 35	Nappe dans le gypse (2 ^e niveau sous Paris). Niveau à la base et petits niveaux irréguliers.	
		Calcaire lacustre (travertin) de St-Ouen..	e^2	perm.	10 à 20		
	ÉOCÈNE	(Wemmélien)	Sables de Beauchamp (Valoisien).....	e^1	perm.	15 à 45	L'eau traverse cette assise : vallées sèches, avec quelques sources aux abouchements des cassures.
			Calcaire grossier { Calc. lacustres à cérites et caillasses	e_1	imp.	12 à 15	
		Lutétien.....	Calc. marin à Miliolites	e_{11}	perm.	8 à 10	Nappe dans les sables de Beauchamp (3 ^e niveau sous Paris).
Sables nummulitiques { Sables de Cuise			e_{111}	perm.	35 à 50		
Yprésien.....		ou sables du Soissonnais { Sables d'Aizy.	e_{111}	perm.	35 à 50	Nappe à la base du calcaire sur une couche d'argile brune située au sommet de e_{111} .	
		Argile plastique.....	e_{11}	imp.	10 à 50		
Sparnacien.....		Sables de Rilly.....	e_{11}	imp.	10 à 50	Nappe importante (yprésienne) sur l'argile plastique (4 ^e niveau sous Paris).	
		Sables de Bracheux.....	e_{11}	imp.	10 à 50		
Thanétiens.....		Sables de Bracheux.....	e_{11}	imp.	10 à 50	Nappe importante à la base de l'étage sur une couche d'argile (argile de Louvil).	
		(Landénien) Sables et grès de Jonchery.....	e_{11}	perm.	10 à 12		

PREMIER EXEMPLE. — Région des sources de la Dhuis (alimentant Paris). — D'après M. Le Couppey de la Forest.

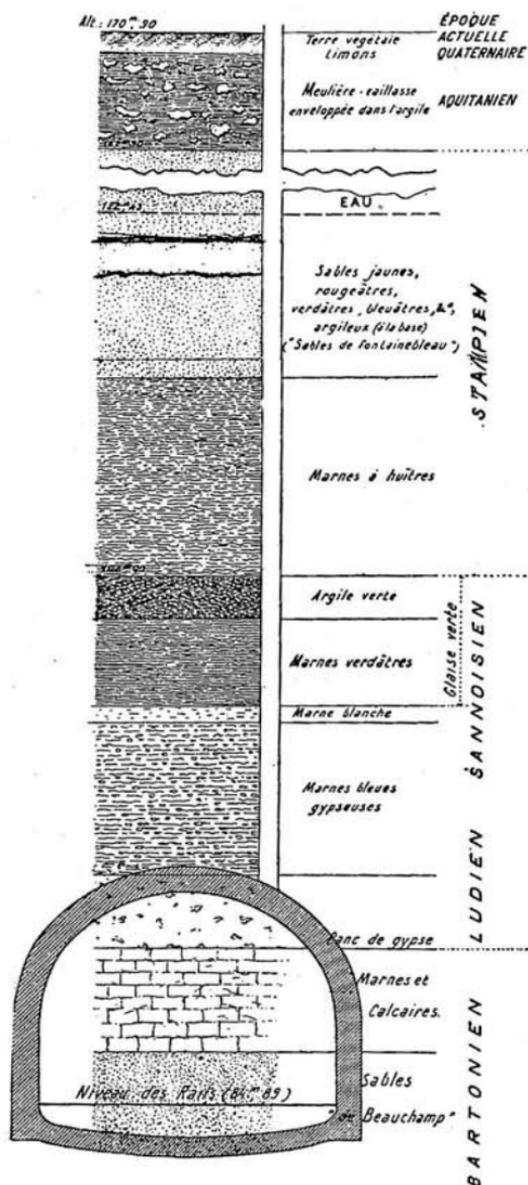


FIG. 21. — Coupe verticale des terrains traversés par le TUNNEL DE MEUDON.

Les sources de la Dhuis sont les plus anciennes des sources captées à grande distance de Paris. Achetées en 1859, elles virent leurs eaux introduites dans l'aqueduc le 2 août 1865, et la distribution régulière dans Paris en commença le 1^{er} octobre de la même année. Situées à plus de 130 kilomètres de Paris, à l'altitude de 128 mètres, elles alimentaient à elles seules, avant leur captation, le ruisseau de la Dhuis, petit affluent du Surmelin, qui lui-même se jette dans la Marne, rive gauche, entre Château-Thierry et Dormans, un peu en amont de la station de Mézy du chemin de fer de l'Est. Elles produisent environ 20000 mètres cubes par jour.

D'après les indications de la Carte géologique (feuille de Meaux), complétées par celles qu'avait bien voulu nous fournir Léon Janet, le périmètre d'alimentation de la Dhuis devait être sensiblement compris au Nord et au Sud, entre deux lignes est-ouest, constituées l'une par le synclinal secondaire de la source de la Dhuis et l'autre par l'anticlinal

secondaire du Bois-du-Tartre. En outre, il devait être limité par des lignes souterraines de partage d'eau qui restaient à définir, mais

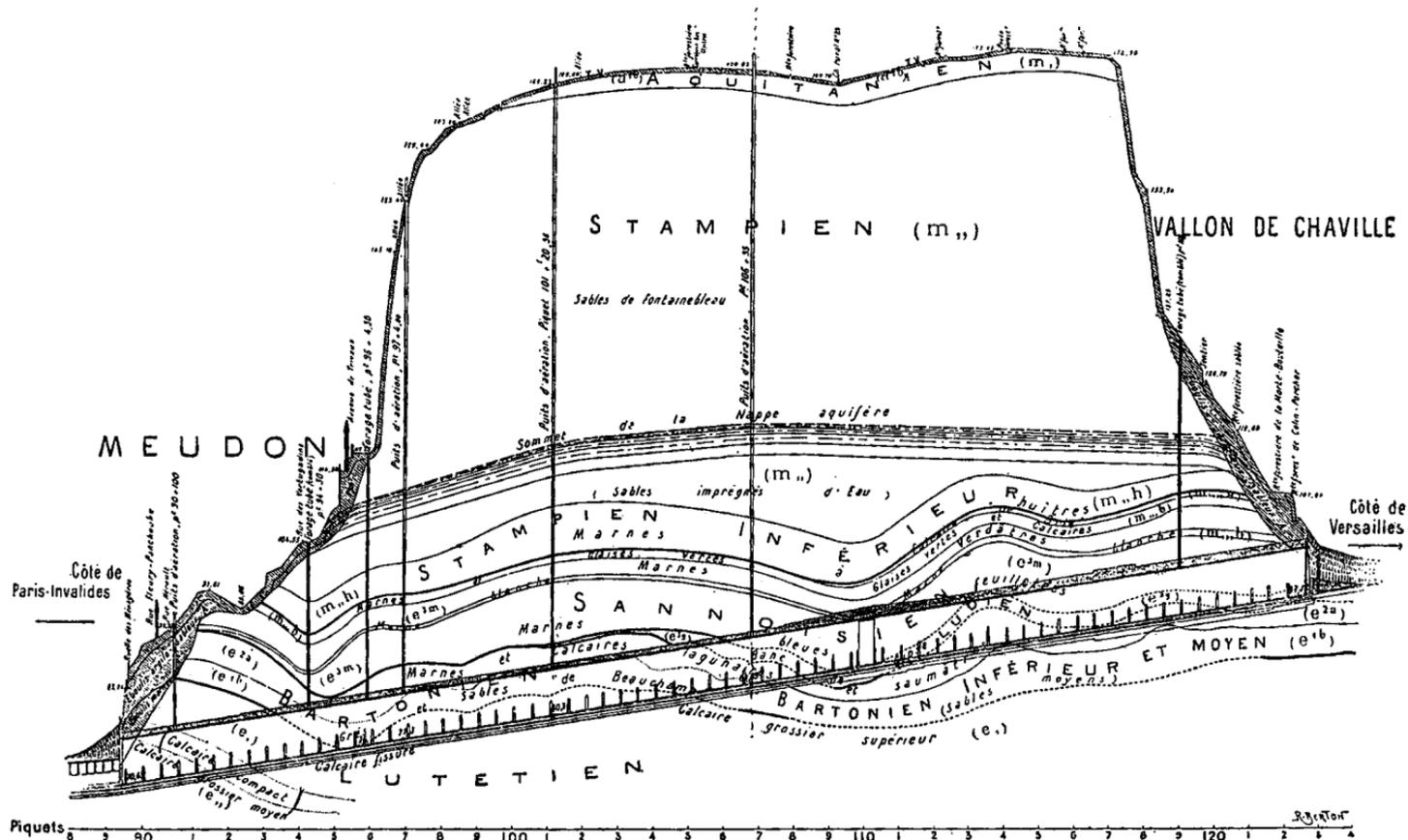


FIG. 22. — Coupe longitudinale du TUNNEL DE MEUDON par MM. Ramond et Dollot (hauteurs vingtuplées).

dont les positions extrêmes étaient, à l'Est, la vallée de Verdon et, à l'Ouest, la vallée du ru de Chézy.

Cette région ainsi délimitée mesure environ 92 kilomètres carrés. Recouverte en partie par de nombreux bois (forêt de Rougefosses, bois de Pargny, bois Milon), elle est assez peu peuplée.

Le sol y est constitué par du limon des plateaux, des calcaires et meulière de Brie (Tongrien), des argiles vertes (Tongrien), des marnes et calcaires supragypseux (Ludien), du calcaire de Champigny (Ludien) et des marnes à *Pholadomya ludensis* (Ludien).

1° *Limon des plateaux*. — Le limon des plateaux est relativement perméable. Il peut atteindre 5 à 6 mètres d'épaisseur et couronne les hauteurs entre les cotes 180 et 210.

2° *Calcaires et meulière de Brie*. — Cette assise n'a que 4 à 5 mètres d'épaisseur maxima. Quelquefois elle est détruite en partie et se réduit à 1 mètre. Elle se présente presque partout sous l'aspect d'une argile gris rougeâtre très imperméable empâtant des blocs de meulière.

3° *Argiles vertes*. — Les argiles vertes constituent une couche de 2 mètres d'épaisseur entourant d'une façon presque continue l'affleurement des calcaires de Brie. En certains points, cependant, elles ont été enlevées par la dénudation. Encore plus imperméables que les terrains précédents elles déterminent un niveau d'eau peu important. Les rares hameaux qui ont été construits sur le limon des plateaux sont tous alimentés en eau par des puits descendant jusqu'à ce niveau.

La profondeur totale des puits rencontrés montre l'épaisseur des deux terrains, limon des plateaux et calcaire de Brie, qu'on a eu à traverser avant d'arriver à la nappe. Quelques-uns de ces puits sont un peu plus profonds. Ils ont été ainsi creusés plus loin afin de servir, en quelque sorte, de citernes ; car, la nappe des argiles vertes venant à tarir en été, il importe de constituer des réserves d'eau. On a alors creusé certains puits jusqu'à l'extrême limite des argiles vertes, c'est-à-dire presque jusqu'au contact avec les terrains plus perméables sous-jacents. Tous ces puits contiennent une eau provenant des égouts des terres et des cours des fermes avoisinantes : ils présentent les plus mauvaises garanties hygiéniques.

On rencontre, en outre, quelques rares sources s'alimentant à cette même nappe. Nous citerons la source de la Sauvagerie et les deux sources dites les Queues. Ces sources tarissent du reste dès les moindres sécheresses et leurs eaux se perdent dans le sol presque immédiatement après leur émergence, dès qu'elles arrivent sur les couches supérieures du Ludien. Aussi toutes les vallées de la région, dont les argiles vertes forment le haut, sont-elles en temps ordinaire complètement sèches.

4° *Marnes et calcaires supragypseux*. — Ces terrains ont une assez grande étendue et ont une puissance moyenne de 7 à 8 mètres. Peu marneux dans leur partie supérieure et composés surtout d'alternances de lits de marnes blanches grumeleuses et de petits bancs de calcaire blanc, ils sont perméables en bien des points et se laissent traverser

par les eaux si ces dernières ruissellent lentement. Aussi toutes les vallées qui sont tracées sur cette formation sont-elles dépourvues de cours d'eau en temps ordinaire. Mais dès qu'il arrive de grandes chutes pluviales, le terrain se sature et les eaux ravinent le sol, donnant naissance à des ruisseaux au cours rapide. Les eaux, en dehors de ces époques exceptionnelles, s'infiltrent en terre mais n'y pénètrent pas profondément : elles sont retenues à une faible distance par des lits marneux plus compacts.

Tous les puits forés, soit dans l'argile verte, soit dans le haut du gypse, s'alimentent à une nappe retenue par ces marnes blanches. Ces différents puits n'ont pas un régime beaucoup meilleur que ceux que nous avons vus s'alimenter aux argiles vertes. S'ils ne tarissent pas tous en été comme ces derniers, ils baissent souvent beaucoup.

On observe également quelques sources sur ces terrains ; nous signalerons : fontaine de Corrobert, source des Champs-Martin, fontaine Launay, fontaine de Montfrobert, source de la Charmoise, source du château la Marlière.

5° Travertin ou calcaire de Champigny. — Cette assise constitue la plus grande partie du sous-sol de la région considérée. Puissante de 20 à 25 mètres, elle se présente tantôt sous la forme d'un calcaire blanc avec nodules de silex exploité pour la fabrication de la chaux, tantôt sous la forme d'un calcaire siliceux très dur aux géodes de calcédoine, fournissant des matériaux d'empierrement. Sa partie supérieure a subi souvent une meulièrement analogue à celle que l'on observe pour l'étagé de Brie.

Ce travertin, très perméable, est sillonné de fissures. Les eaux souterraines y circulent avec une grande facilité et y déterminent la formation de vides ou de cavernes atteignant des capacités de plusieurs mètres cubes. Lors de l'exécution des travaux du chemin de fer de Mézy à Montmirail ou lors des sondages géologiques effectués aux environs de la source de la Dhuis, on a eu l'occasion de mettre à jour certains de ces vides. Quelquefois ces cavités, par suite de la rupture de leurs parois, donnent naissance à des effondrements.

Deux cas peuvent alors se produire. Si c'est le calcaire de Champigny ou même des assises supragypseuses plus calcaires que marneuses qui affleurent au-dessus des points où les effondrements se produisent, ces derniers se propagent jusqu'à la surface du sol et on est en présence de bétoires ou de mardelles pouvant absorber les eaux superficielles. Si au contraire, les formations précédentes sont recouvertes par des marnes blanches ou des argiles vertes, ces terrains étant très plastiques plient sans se désagréger. L'effondrement ne se manifeste plus que par un affaissement qui ne met pas en communication les eaux superficielles avec les eaux souterraines.

Une exploration très minutieuse de la région considérée a révélé à M. Le Couppey de la Forest l'existence de 18 bétoires ou effondrements et des expériences à la fluorescéine lui ont montré qu'un certain nombre d'entre eux communiquaient avec les sources captées : cepen-

tant les eaux de la Dhuis paraissent moins facilement contaminables que celles de l'Avrè et de la Vanne.

DEUXIÈME EXEMPLE. — *Étude d'une rivière asséchée dans le calcaire de Beauce.* — Il s'agit de la rivière l'OEuf, près de Pithiviers, dont le débit est allé en diminuant jusqu'à laisser de nombreux moulins à sec vers 1875. La question a été étudiée soigneusement par M. Debauve.

Son bassin appartient à deux formations géologiques très différentes, la partie supérieure aux argiles du Gâtinais et la partie inférieure au calcaire lacustre de Beauce. Le plateau ondulé qui s'étend de Nemours à Chartres est formé par les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce, terrain éminemment perméable, aussi n'est-il arrosé que par huit rivières; la principale est l'Essonne, dont l'OEuf est l'affluent. Au contraire, le Gâtinais est, comme le montre la carte, sillonné d'une multitude de cours d'eau qu'il est inutile d'énumérer; ce pays tire son nom des gâtines, ou mares, dont il était autrefois recouvert et qui ont en partie disparu, par suite des drainages et des travaux effectués pour l'écoulement des eaux superficielles.

La séparation entre les argiles du Gâtinais et le calcaire de Beauce est indiquée par une ligne qui passe entre la forêt d'Orléans et Pithiviers, c'est-à-dire entre cette ville et l'origine de la rivière de l'OEuf. Ce cours d'eau a donc deux modes d'alimentation; dans la partie haute, terrain imperméable, il est uniquement alimenté par l'écoulement superficiel; dans la partie inférieure, terrain éminemment perméable, il ne faut compter que sur le produit des sources.

L'origine de la rivière se trouve non pas dans des sources, la nature du sol s'oppose à leur existence, mais dans une série d'étangs qui reçoivent l'égout du versant nord-est de la forêt d'Orléans; ces étangs sont munis de bondes de vidange qu'on ne lève que pendant l'hiver et qui emmagasinent pour l'été une certaine quantité d'eau. La suppression de ces réservoirs n'améliorerait pas le régime du cours inférieur de la rivière et n'aurait pour effet que de priver d'eau pendant l'été les parties hautes du bassin.

A mi-chemin environ entre la forêt d'Orléans et Pithiviers, le lit ou plutôt le fossé qui sert de lit à la rivière passe du terrain sablo-argileux au calcaire de Beauce. Pendant l'hiver, quand les eaux atteignent ce point de séparation, elles sont absorbées comme si elles passaient dans un crible; pendant l'hiver de 1875, la rivière présentait un assez fort débit tant qu'elle restait sur le terrain imperméable, mais, dès qu'elle atteignait le calcaire, elle s'évanouissait, et après quelques centaines de mètres de parcours, il ne restait pas une goutte d'eau. Il faut une humidité prolongée pour que les eaux, coulant en abondance dans la partie supérieure du bassin, arrivent jusqu'à Pithiviers.

Après 3 ou 4 kilomètres de parcours sur le calcaire de Beauce, la vallée s'accuse davantage et la tourbe apparaît: elle repose sur le tuf calcaire, et son épaisseur atteint jusqu'à 8 mètres. La présence de la

tourbe indique bien la nature du cours d'eau : il est à très faible pente et n'est alimenté que par les eaux souterraines ; il n'y arrive pour ainsi dire pas d'eaux superficielles, car la tourbe ne se développe pas dans les eaux troubles. En effet, les plateaux de la Beauce ne conservent jamais d'eaux superficielles ; on ne voit nulle part une flaque d'eau dans les champs, qui s'assainissent en quelques heures à la suite des plus grandes pluies. Les vallées secondaires elles-mêmes ne portent trace d'aucun ruisseau ; mais, à leur point de rencontre avec la vallée principale, on trouve en général une source assez importante. Les autres sources sont réparties le long du thalweg de la vallée principale ; elles sont nombreuses à cause de la nature éminemment perméable du sol.

A l'amont de Pithiviers, les sources, jadis pérennes, ont disparu ; on les retrouve à leur ancien emplacement, mais au moins à 1 mètre au-dessous de leur orifice primitif. Il y a donc eu abaissement progressif de la nappe d'eau qui les alimente. Ces sources n'existaient, bien entendu, que sur la formation calcaire ; dans la partie supérieure du bassin, notamment dans la forêt d'Orléans, on trouve des sources nombreuses, mais elles sont insignifiantes et dispersées : on les rencontre aussi bien dans le voisinage des faîtes que dans les dépressions. Vu la nature générale du sol, elles tiennent en effet à des causes locales et accidentelles : il existe çà et là des veines de sable plus ou moins pur qui drainent la surface argileuse et qui abandonnent le produit de ce drainage, lorsqu'on les coupe ou lorsqu'elles apparaissent au jour. Ce n'est pas sur ces faibles suintements qu'il faut compter pour l'alimentation d'une rivière ; ils sont incapables de produire le moindre ruisseau.

Si la rivière de l'OEuf est asséchée, cela tient uniquement à l'abaissement du niveau de la nappe souterraine qui alimentait les sources ; cette nappe se déverse maintenant à une altitude moindre qu'autrefois, et le niveau des sources pérennes s'est abaissé en même temps qu'elle.

TROISIÈME EXEMPLE. — a) *Eaux du val d'Orléans et sources du Loiret.* — Les sources du Loiret ont de tout temps attiré l'attention. Les deux bien connues sont les sources bouillonnantes dites du Bouillon et de l'Abîme qui ne débitent jamais moins ensemble de 500 litres par seconde. Avant 1672, l'Abîme existait seul ; mais le cours souterrain a crevé la voûte de son lit en un autre point, et il en est résulté le Bouillon ou la source du Loiret, bien connue des touristes, et remarquable par son bouillonnement très accusé en eaux basses.

Pendant les gelées de décembre 1871, M. Sainjon a étudié une autre source bouillonnante, qui a disparu à la première crue, et qui s'était ouverte à Orléans même sur la rive gauche de la Loire. Le gouffre avait 12 mètres de profondeur et on apercevait nettement au fond les roches calcaires, ainsi que des couches d'argile verte.

La ville de Paris a songé à capter et amener les eaux souterraines du Val d'Orléans, et une étude complète de ces eaux a été faite par

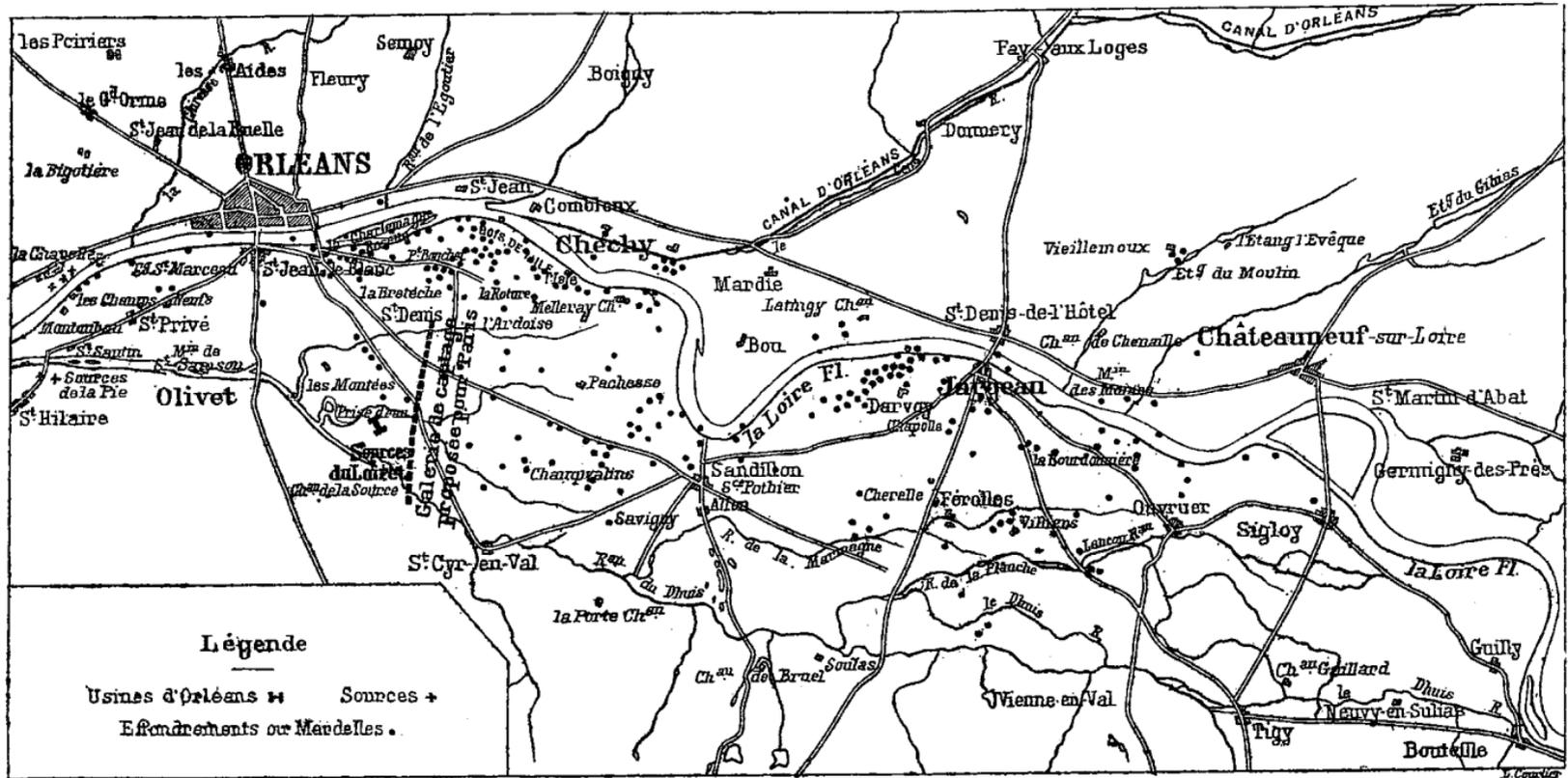


FIG. 23. — Carte hydrogéologique du VAL D'ORLÉANS.

M. Marboutin et Léon Janet et figure aux rapports de la Commission de Montsouris (1900-1902). Nous en donnerons un résumé emprunté en grande partie à celui que M. Jules Bergeron a donné dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils* (janvier 1904) (fig. 23 à 26) :

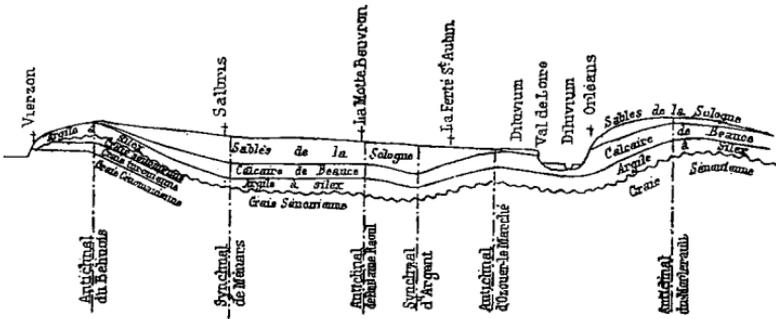


FIG. 24. — Coupe Nord-Sud, passant par ORLÉANS ET VIERZON.

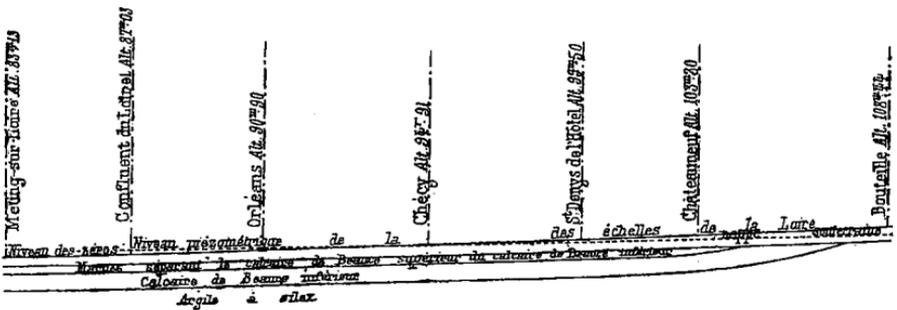


FIG. 25. — Coupe suivant le COURS DE LA LOIRE, de Bouffière à Meung.

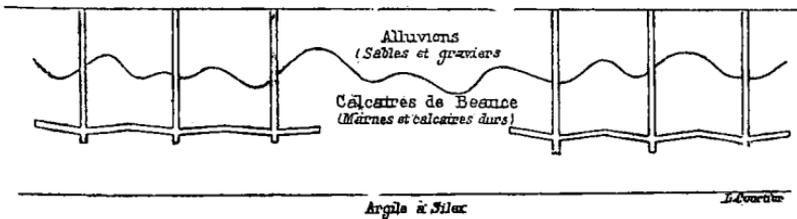


FIG. 26. — Coupe du terrain du VAL DE LOIRE ET DE LA GALERIE DE CAPTAGE PROPOSÉE POUR PARIS.

« Avant de parler des méthodes employées par M. Marboutin, je rappellerai que le projet primitif consistait à prendre dans le val d'Orléans un volume de 5 mètres cubes à la seconde. Mais s'il semblait possible d'y trouver un pareil volume, encore fallait-il connaître l'origine des eaux de cette région et en particulier de celles du Loiret.

En 1901, Léon Janet avait donné les caractères géologiques du val d'Orléans. Celui-ci correspond à un élargissement de la vallée de la Loire, à une dépression bordée au Nord par le plateau de la Beauce que recouvre la forêt d'Orléans, et au Sud par le plateau de la Sologne. Ces deux plateaux sont couverts de sables et d'argiles (étage des sables de la Sologne) qui retiennent, du moins ces dernières, les eaux de surface. Les eaux venant du Nord se jettent directement dans la Loire ; celles venant du Sud alimentent des ruisseaux qui atteignent ce fleuve en aval du confluent du Loiret et un seul, le Dhuis, qui circule dans le val d'Orléans.

Les sables de la Sologne reposent directement, partout où nous aurons à les étudier, sur les calcaires de Beauce. Le fond du val d'Orléans est occupé par des dépôts récents qui recouvrent les mêmes calcaires.

Examinons maintenant les eaux du val d'Orléans. C'est d'abord le Loiret qui sort d'une source dite du Bouillon ou du Château ; il est alimenté par d'autres sources qui bouillonnent dans son lit ou sur ses rives, et par quelques ruisseaux, sans importance, provenant soit du val, soit de la Sologne. Parmi les sources de la rive gauche, je signalerai comme les plus abondantes celles dites de la Pie qui sourdent dans une propriété de ce nom, près de Saint-Hilaire.

M. Sainjon, en 1882, donna pour la première fois une démonstration scientifique de l'hypothèse émise déjà bien antérieurement, que le Loiret n'était qu'une résurgence de la Loire. Il s'appuyait sur ce fait que le débit de la Loire commence à diminuer à partir du hameau de Bouteille ; cette diminution se continue jusqu'à Orléans où le débit est minimum ; mais au niveau de l'embouchure du Loiret, le débit de la Loire est redevenu le même qu'en amont de Bouteille par suite de l'apport des eaux du Loiret et de nombreuses rentrées d'eau observées en aval d'Orléans.

S'il en est ainsi, les eaux du Loiret ne sont autre chose que les eaux de la Loire et par suite elles sont polluées ; mais d'autre part, avant d'arriver aux sources du Loiret, elles ont peut-être subi une épuration. Il faut donc savoir d'abord comment elles y parviennent : ce ne peut être qu'à travers des sables ou à travers des calcaires fissurés. On comprend l'intérêt de la question.

Il résulte des études géologiques faites dans la région que les seuls sables du val d'Orléans appartiennent aux alluvions et qu'ils sont incapables de laisser passer la quantité d'eau nécessaire au débit du Loiret. Au contraire, il y a dans la même région un très grand nombre d'effondrements, ou gouffres correspondant, dans des calcaires de Beauce sous-jacents aux alluvions, à de vastes canaux par lesquels l'eau peut circuler facilement. Le nombre de ces effondrements est très grand et tous les ans il s'en produit de nouveaux. L'eau de la Loire s'engouffre à partir de Bouteille dans ces cavernes et elle ne suit pas une faille longeant le bord septentrional de la Sologne, ainsi que le croyait M. Sainjon, faille qui d'ailleurs n'existe pas au dire de

Léon Janet. C'est donc la façon dont l'eau de la Loire se comporte dans les calcaires de Beauce qu'il faut étudier. A cet effet, M. Marboutin a étudié successivement : l'hydrographie du val d'Orléans, les hypothèses antérieures aux observations de M. Sainjon et les conclusions de ce dernier, la nature du sous-sol et les accidents tels que mardelles et bétoires, tantôt émissifs, tantôt absorbants qui ont été signalés dans le val d'Orléans. Il est à remarquer en effet que, dans cette région, il y a de nombreux exemples de pareils gouffres. Ils peuvent être absorbants ou jaillissants, suivant la position du plan d'eau dans les calcaires de Beauce et dans la Loire : les eaux sont ascendantes quand le plan d'eau des calcaires est situé au-dessus de l'orifice du gouffre : celui-ci est absorbant quand ce même plan d'eau est inférieur.

L'origine de ces gouffres est due à un tassement des couches superficielles à la suite d'un effondrement dans des cavernes calcaires dont les sondages ont démontré l'existence.

Les expériences ont été faites à la fluorescéine. Je ne parlerai que des plus intéressantes. Parmi celles-ci on peut compter celle qui fut faite aux gouffres de La Bougère, commune de Châteauneuf, *sur la rive droite de la Loire*. Ces gouffres absorbent le ruisseau de l'Anche, exutoire de l'étang du Giblas. L'expérience fut faite le 29 avril 1901 ; l'Anche avait un débit de 500 à 600 litres ; on y jeta entre quatre et cinq heures du soir 15 kilogrammes de fluorescéine. La couleur verte à été reconnue sur la rive droite de la Loire à Feaujuifs, hameau à l'embouchure de l'Anche, huit heures après le jet. Étant donnée la distance du point d'absorption au point d'émergence, cela correspond à une vitesse de 375 m. à l'heure. La coloration se montra sur la rive gauche de la Loire, en face de Feaujuifs au lieu dit le Christ, près de Jargeau, moins de vingt-six heures après le jet ; puis dans le Loiret, au pont de Lorette (à 1 000 m. de la source du Bouillon), cent quatre heures après le jet, ce qui donne une vitesse apparente de 187 m. à l'heure ; enfin, aux sources de la Pie (près de l'embouchure du Loiret), vers la cent vingt-deuxième heure après le jet. Cette expérience met en évidence la communication des eaux de la rive droite de la Loire avec le Loiret et les sources de la région.

Les eaux de la Loire passent également dans le Loiret, comme le prouve une expérience faite dans les pertes du fleuve au droit de Sandillon sur la rive gauche. La coloration de la fluorescéine s'est montrée en plusieurs puits du val, dans le Loiret et à la prise d'eau d'alimentation de la ville d'Orléans.

On n'a pas opéré au droit de Bouteille parce qu'en ce point, contrairement à la légende, il n'y a pas de bétoire ; mais les pertes se font entre Bouteille et Orléans sur un parcours de 40 km.

Toutes les expériences ont établi l'existence de communications directes entre la Loire et le Loiret. D'ailleurs, la façon dont les crues en Loire se reconnaissent au trouble des eaux du Loiret ne laisse aucun doute à cet égard.

L'étude spéciale de ces troubles a permis à M. Marboutin d'établir que les crues de la Loire ne donnent un trouble appréciable à la prise

d'eau d'alimentation pour la ville d'Orléans et aux sources du Loiret que cinq à six jours après le début de la crue en Loire. La source de la Pie semble subir l'influence des eaux de la Loire bien plus rapidement que les autres sources. Cela tient probablement à ce que certains courants souterrains, faisant leur rentrée en Loire en aval d'Orléans, sont renversés en période de crue; d'ailleurs, ces sources sont en partie noyées à ce moment, ce qui en complique singulièrement l'étude.

Il existe, dans le val d'Orléans, deux nappes d'eau en superposition : l'une la nappe phréatique dans les alluvions, l'autre dans les calcaires de Beauce. Les eaux des calcaires de Beauce correspondent aux eaux profondes. Ces deux nappes communiquent entre elles; elles se comportent, l'une par rapport à l'autre, de façons très différentes suivant leur niveau piézométrique respectif.

L'étude de la nappe profonde est assez difficile; elle n'a pu être faite que par des sondages ou par l'examen des sources du Loiret et de la Pie. Elle a donné plusieurs résultats intéressants: « Les variations du niveau de la Loire se transmettent sans retard de phase appréciable dans les forages et à la prise d'eau d'Orléans, comme si l'eau circulait en tuyaux pleins. » On voit que, si l'amplitude des crues est grande dans le fleuve aux deux points d'observation (à Sandillon et à Orléans), elle est beaucoup moindre dans la nappe profonde, ainsi qu'en font foi les variations de niveau observées dans les forages et à la prise d'eau d'Orléans; néanmoins les crues s'y sont fait sentir en même temps.

La nappe du calcaire de Beauce est donc sous pression, ce qui s'explique aisément, étant donnés la cote du calcaire de Beauce et le niveau de la Loire qui lui est supérieur; suivant l'expression, elle est captive. Par suite, toute variation qui se fera sentir en Loire se fera sentir dans la nappe du calcaire de Beauce: les variations dans le niveau de la nappe du calcaire dépendent donc de l'importance des crues, du niveau qu'avait la Loire lorsque les crues se sont fait sentir, enfin, du niveau qu'occupait cette nappe avant la crue. Les écarts s'accroissent de moins en moins à mesure que l'on s'éloigne de la Loire.

La surface du niveau piézométrique des eaux dans cette nappe présente une pente dans le sens d'écoulement de la Loire, mais cette pente est moindre que celle de la Loire: il en résulte que, si le niveau piézométrique est à 2 m. ou 2 m. 50 au-dessous du niveau de la Loire, près de Sandillon, il est au-dessus du niveau de la Loire au droit d'Orléans et en aval de cette ville et à la source de la Pie, ce qui explique comment l'eau de la nappe profonde peut être parfois jaillissante comme à Montauban.

La nappe phréatique est alimentée par les eaux de la Loire qui traversent les alluvions; elle peut recevoir également des eaux provenant de la nappe du calcaire de Beauce: la communication entre les deux nappes se fait, en effet, par des mardelles. Dès lors, lorsque le niveau piézométrique des eaux du calcaire de Beauce est supérieur à celui de

la nappe phréatique, il y a montée des eaux profondes dans la nappe phréatique ; inversement, il y a écoulement des eaux de la nappe phréatique dans la nappe profonde quand le niveau piézométrique de celle-ci est inférieur à celui de la nappe phréatique.

Ce n'est pas seulement une hypothèse plausible, c'est bien ainsi que les choses se passent, comme il résulte de l'étude d'un forage et d'un puits situés au même point, le forage et le puits Pothier. Lors de la crue du 3 avril 1902, elle se fit sentir immédiatement dans le forage qui atteint la nappe profonde ; elle se fit sentir plus lentement et avec moins d'intensité dans la nappe phréatique. Lorsque la Loire décrut, la descente se fit rapidement dans le forage, mais plus lentement dans le puits, c'est-à-dire dans la nappe phréatique qui se comporte comme un réservoir régulateur. Les graphiques concernant les variations du degré hydrotimétrique montrent qu'il y a pénétration, lors du retrait de la Loire, de la nappe phréatique dans la nappe profonde. En effet, lors de la crue de la Loire, le degré hydrotimétrique de la nappe profonde augmente parce qu'elle reçoit alors les eaux de la nappe phréatique qui sont plus riches en chaux que celles du calcaire de Beauce. La même conclusion peut être tirée de l'examen des températures. La température des eaux est différente dans les deux nappes, celle de la nappe profonde étant la plus élevée ; mais, lorsque la Loire se retire, que les eaux de la nappe phréatique descendent dans la nappe profonde, elles abaissent par leur mélange la température de cette dernière, ainsi que le prouve l'écart qui diminue entre les températures des deux nappes.

L'étude des variations de température a donné lieu à une observation bien curieuse. Si on note les variations de température des eaux de la Loire et celles d'un forage qui atteint la nappe profonde (puits des Montées de la prise d'eau pour l'alimentation de la ville d'Orléans) et qui, par suite, est en relation avec le fleuve, on voit que les maxima et les minima des variations pour les eaux profondes sont en retard de deux à trois mois sur les maxima et les minima de la Loire. Ce retard est ce qu'on appelle un décalage.

Ce décalage varie avec chaque forage, puits ou source ; pour un même forage, il varie avec les années. On a beaucoup discuté sur la cause de ce décalage. Il n'est pas en relation directe avec la hauteur d'eau de la Loire, mais avec la température du sol, avec la différence de température des eaux de la Loire et des eaux profondes, enfin, avec la quantité d'eau emmagasinée dans le sol. M. Marboutin a établi tous ces faits avec une habileté fort remarquable.

Il ne faudrait pas croire que ce décalage corresponde à un égal retard dans l'écoulement des eaux, retard pendant lequel elles pourraient se décanter, se purifier. Il faut l'interpréter ainsi : les eaux de la Loire, arrivant dans le calcaire de Beauce avec une température supérieure à celle de la nappe profonde, cèdent leur chaleur au calcaire qui s'échauffe progressivement. Il en est ainsi tant que l'eau de la Loire est plus chaude que le calcaire ; jamais le calcaire ne peut

atteindre la température de l'eau de la Loire ; lorsque celle-ci décroît, il arrive un moment où elle est égale à celle du calcaire ; à partir de ce moment, la température du calcaire diminuera, donc la nappe qui est à la même température aura atteint son maximum. Il est évident que, dans ces conditions, le maximum de la température de la nappe profonde doit être en retard sur le maximum de température de l'eau de la Loire.

A la suite d'observations journalières sur les variations de température des eaux des deux nappes, M. Marboutin est arrivé à conclure que, dans la nappe phréatique, les valeurs extrêmes dépendent de la température atmosphérique et de la façon dont les puits reçoivent les eaux de la nappe du calcaire de Beauce.

Les forages dans lesquels le puisage n'est pas régulier présentent des écarts moindres que ceux des puits de la nappe phréatique ; mais ces écarts sont parfois plus accusés dans les parties profondes que dans les parties qui le sont le moins, contrairement à la règle. Il y a donc, dans la nappe du calcaire de Beauce, des perturbations profondes ; parfois même l'amplitude des variations annuelles de certains forages, comme de certaines sources (forages de la prise d'eau d'Orléans, sources de la Pie), est supérieure à celle observée dans la nappe phréatique.

Les variations journalières de température des eaux souterraines sont peu appréciables ; leur amplitude ne dépasse guère quelques dixièmes de degré. La température atmosphérique n'a que peu d'influence, tandis que les crues de la Loire produisent des perturbations plus grandes.

A la suite de ces études relatives aux caractères physiques des eaux, viennent des études chimiques et bactériologiques. La comparaison entre les variations de composition des eaux de la Loire et du Loiret a montré, dès 1901, que le degré hydrotimétrique des eaux du Loiret et de la prise d'eau d'Orléans, c'est-à-dire des eaux de la nappe profonde, était supérieur de 1 à 2° à celui de la Loire. De plus, les maxima de dureté des eaux du Loiret se manifestent de huit à dix jours après ceux de la Loire.

L'examen au point de vue microbiologique donne des résultats fort curieux, selon que la Loire est en période de crue ou en période normale. En période de basses et moyennes eaux, les eaux de la Loire paraissent subir dans leurs parcours souterrain une autoépuration très appréciable : le nombre des bactéries par centimètre cube, à la prise d'eau d'Orléans comme aux sources de la Pie, est inférieur à celui des eaux qui alimentent actuellement Paris. Mais, lors des crues de la Loire, il n'en est plus ainsi, du moins dans la région du val où se trouve la prise d'eau de la ville d'Orléans, celle où le sens des courants souterrains est le plus exposé à changer. Dans cette région, pour une seule crue de la Loire, on observe deux crues bactériennes. La première se manifeste dès que la crue de la Loire a atteint Orléans, et elle dure quatre à cinq jours ; la deuxième se produit dix à douze jours après les plus hautes eaux et elle dure six à huit jours. Le fait

peut s'expliquer ainsi : la surélévation des eaux cause une perturbation dans la circulation des eaux souterraines. Certains courants souterrains voient leur vitesse augmenter, d'autres changent de sens; les remous produits causent la première crue bactérienne; puis les eaux de la Loire arrivent aux sources plus ou moins épurées. C'est à ce moment que se produit un minimum relatif de bactéries. Enfin la crue passe. Les eaux de la nappe profonde baissent et sont suivies, dans leur mouvement de descente, par les eaux de crue emmagasinées dans la nappe phréatique; ces dernières arrivent ainsi aux sources, en leur apportant les impuretés recueillies dans la nappe, et causent la deuxième crue bactérienne.

Ces phénomènes sont très complexes et, de plus, l'arrivée d'eaux de surface par des bétouilles ou des mardelles, augmente encore la difficulté d'interprétation des faits.

De ces études qui ne sont que préliminaires, M. Marboutin avait tiré, en 1902, les conclusions suivantes relatives à la valeur des eaux du val d'Orléans :

« En période de crue, les eaux de la prise d'eau d'Orléans sont souvent troubles; elles reçoivent des contaminations importantes qui paraissent être locales.

En période normale, la constance de la composition bactériologique des eaux de la prise d'eau et des sources de la Pie est comparable à celle des sources qui alimentent Paris.

La composition, la température et le trouble des eaux du Loiret, des puits forés de la prise d'eau d'Orléans et des sources de la Pie permettent de considérer ces eaux comme dégrossies et rafraîchies. »

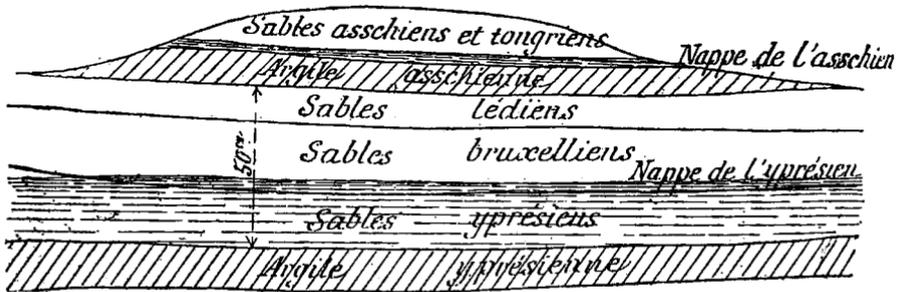
b) *Tertiaire dans le Nord de la France et la Belgique.* — J'ai déjà donné précédemment (d'après Gosselet), en même temps que celle du Crétacé, les nappes du Tertiaire et du Quaternaire du département du Nord : nous avons vu également la composition de ces terrains aux environs de Rouen.

Il est intéressant de rappeler qu'en Belgique l'Éocène occupe une grande partie du Sud-Ouest, avec une bande de Miocène et de Pliocène (sables de Diest, aquifères) au Nord. Aux environs de Bruxelles (fig. 27), l'Yprésien argileux à sa base repose soit directement sur les schistes primaires, soit sur la Craie, soit plus souvent sur le Landénien. Les sables yprésiens sont surmontés par les sables bruxelliens (Lutétien) et lédiens (Bartonien) qui sont perméables (la nappe arrêtée par l'argile yprésienne peut occuper en hauteur les sables bruxelliens); puis on trouve l'argile de la base de l'Asschien (Ludien) et au-dessus les sables asschiens et tongriens qui contiennent une seconde nappe.

Aux environs d'Anvers, le Lédien et l'Asschien deviennent plus épais : les sables lédiens ont 38 à 40 mètres, l'argile asschienne 45 mètres, le sable asschien 20 à 25 mètres; il est sur-

monté par l'argile de Boom (40 mètres) qui appartient à l'Oligocène moyen (Rupélien) et est naturellement imperméable.

c) *Tertiaire dans le Sud-Est de la France*¹. — L'Éocène inférieur y est surtout calcaire : calcaires lacustres inférieurs. Leur ensemble est perméable jusqu'à la base constituée par l'étage rutilant lequel est argileux (argiles rutilantes de Vitrolles) et imperméable : il y a donc là un beau niveau d'eau. L'Éocène moyen et supérieur est représenté, le Bartonien par des marnes argileuses grises ou rouges et des sables bariolés (sables d'Apt) qui sont imperméables, et le Ludien par des calcaires et marnes à *Palæotherium* qui sont perméables et donnent des sources soit sur des couches de marne, soit surtout sur les couches sous-jacentes du Bartonien.



Inclinaison vers le NNO de 5^m par kil.

FIG. 27. — Coupe d'une colline des environs de Bruxelles.

Dans les Alpes, on distingue l'Éocène nummulitique et le Flysch : le terrain nummulitique formé de grès et de calcaires est essentiellement perméable, mais le Flysch schisteux qui les surmonte arrête les eaux. De là naturellement deux nappes, l'une à la base du Tertiaire, l'autre au-dessus du Flysch.

Dans les Corbières et le Languedoc, au-dessus des argiles rutilantes qui couronnent le Garumnien, l'Éocène débute par les calcaires lacustres à Physes et les couches nummulitiques ; puis on trouve les calcaires marins à Miliolites et à Alvéolines : le tout forme un ensemble perméable avec principal niveau d'eau à la base. Au-dessus, les marnes à *Operculina granulosa* (Lutézien) arrêtent les eaux, qui tombent sur les grès de Carcassonne et d'Issel (Bartonien) et sur les poudingues de Palassou (Ludien), et forment un second niveau important.

1. En grande partie d'après M. Torcapel : note inédite.

L'*Oligocène* dans le Sud-Est est peu perméable, étant très marneux ; il y a cependant quelques niveaux d'eau dans les bancs calcaires ou gréseux, surtout à la base du Tongrien, mais l'eau en est souvent chargée de sulfate de chaux ou même franchement minérale (sources d'Euzet, des Fumades dans le Gard, de Villemus, de Vacqueyras, de Montbrun dans Vaucluse).

Miocène. — La mollasse calcaire du Burdigalien (pierre de Beaucaire et de Saint-Restitut) est trop compacte pour être bien perméable, et elle ne donne que de petites sources (mais assez nombreuses) sur les marnes sableuses qui sont le plus souvent à sa base. — Les sables et grès dits *safré* en Provence (Helvétien) sont également très compacts et forment une masse à peu près imperméable ; la surface seule se délite et absorbe une certaine quantité d'eau : toutefois quand les grès se développent, ils forment réservoir d'eau.

Au-dessus, le Tortonien comprend à la base les marnes de Cabrières totalement imperméables, puis la mollasse de Cucuron qui est perméable, mais étant peu épaisse, ne renferme qu'un petit niveau d'eau.

Le Pontien et le Sarmatien (marnes à *Helix Christoli*, limons et conglomérats à *Hipparion*) sont imperméables.

Pliocène. — Les marnes subapennines du Plaisancien, totalement imperméables, supportent dans le Gard des sables astiens, qui forment à leur base un beau niveau de sources, à débit assez constant (sources de Bellegarde, de Jonquières, de Clausonne, de Meynes, etc.).

d) *Tertiaire dans le Sud-Ouest de la France*. — Il reste le grand bassin tertiaire de l'Aquitaine, qui s'étend entre la bande supra-crétacée précédemment signalée et le pied des Pyrénées : la partie nord-est est éocène ; entre la Dordogne et la Garonne règne l'Oligocène, puis au Sud de la Garonne le Miocène, et enfin à l'Ouest la vaste région des Landes.

L'Éocène n'est pas sableux, comme dans le bassin de Paris, mais plutôt calcaire (calcaire à Miliolites à la base, avec 60 mètres d'épaisseur dans la Haute-Garonne, calcaires et marnes à *Operculina granulosa*, calcaire grossier de Blaye, calcaire de Plasac et calcaire de Saint-Estèphe). Des bancs marneux (marnes de Bos d'Arros, argiles de Blaye) s'intercalant entre les couches calcaires en font autant de niveaux d'eau, mais ils n'ont pas une grande puissance.

L'Oligocène est aussi formé d'une alternance de calcaires et de marnes : calcaires de Civrac et de Castillon, calcaire à Asté-

ries, calcaire blanc de l'Agenais (qui a 15 à 20 mètres d'épaisseur et représente le niveau d'eau le plus constant, affleurant sur les parois des vallées); ce dernier calcaire est encore recouvert souvent d'autres couches alternantes de sables et d'argile, en dessus desquelles on trouve le calcaire gris de l'Agenais et quelquefois un troisième banc calcaire.

Le Miocène est surtout formé de faluns et de mollasses généralement perméables. Le plus beau niveau est donné par la molasse marine (4 à 5 mètres d'épaisseur) reposant sur les marnes lacustres de l'Armagnac : c'est à lui qu'appartient la fontaine du Bourg qui alimente Mont-de-Marsan. Il arrive assez souvent que la marne miocène imperméable soit recouverte directement par les graviers diluviens : dans ce cas, on a un niveau dans ces graviers, et c'est ainsi que se produisent les sources des plateaux de Lardenne et de Saint-Simon qui bordent la vallée de la Garonne, près de Toulouse.

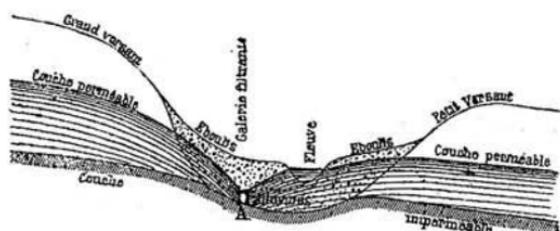
Enfin le Pléistocène est représenté par l'important dépôt du *sable des Landes*, caractérisé par un banc d'*alios*, c'est-à-dire par la présence à faible profondeur d'une couche dure et imperméable, formée de grains quartzeux agglutinés par des matières organiques et par un ciment d'oxyde de fer hydraté. Cet *alios* a de 0 m. 40 à 0 m. 50 d'épaisseur et est à environ 0 m. 50 de la surface : en dessous la couche de sable blanc est épaisse et, comme l'*alios* est souvent fissuré, elle est aquifère. Tout le monde connaît les beaux travaux d'assainissement entrepris sous l'impulsion donnée par Chambrelent, en vertu de la loi du 17 juin 1857. Non seulement, Chambrelent a appris aux populations à écouler les eaux stagnantes à la surface, mais il leur a appris à capter aussi de bonne eau potable, en descendant des puits filtrants à 4 ou 5 mètres de profondeur dans le sable blanc au-dessous de l'*alios*, et en empêchant par une bonne maçonnerie et un bon corroi les eaux de surface d'y accéder.

V. — TERRAINS QUATERNAIRES.

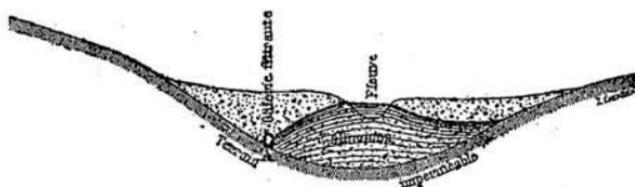
Ces terrains sont représentés en France : 1°) par les terrains erratiques d'origine glaciaire ; 2°) par les alluvions anciennes formant des terrasses au-dessus du fond des vallées fluviales et par les alluvions récentes qui remplissent ce fond ; 3°) par les dunes côtières et les plages sablonneuses au bord de la mer.

1° *Terrains glaciaires*. — Les terrains glaciaires sont limités aux régions alpines et pyrénéennes et à une petite zone autour du Cantal. Il y a généralement des couches argileuses interca-

lées au milieu des lits sableux et graveleux, et on a une nappe d'eau plus ou moins étendue au-dessus de chaque couche imperméable, ainsi que dans la couche de gravier qui règne généralement au-dessus de la roche ancienne. Je ne connais que les villes de Thonon et d'Évian qui prennent des eaux, d'ailleurs très bonnes, dans ces terrains : ce sont des sources naissant dans les terrasses glaciaires qui dominent le lac de Genève, et, en 1908, Évian a complété son alimentation en captant en place dans des sables fins au moyen de puits à crépine spéciale du système Ch. Cuau.



I. Cas d'une vallée à coteaux perméables.



II. Cas d'une vallée à coteaux imperméables.

FIG. 28. — RELATIONS D'UN FLEUVE ET DE LA NAPPE SOUTERRAINE (GALERIE FILTRANTE).

2° *Alluvions dans les vallées fluviales.* — Il y a au contraire bon nombre de villes qui prélèvent leur eau dans les alluvions des vallées, au moyen soit de galeries, soit de puits dits *filtrants*. Mais la nappe qui circule dans ces alluvions et qu'on appelle souvent la *rivière souterraine* a des relations très variables suivant les cas avec le cours d'eau superficiel. Voici les deux cas extrêmes (fig. 28) :

Dans le premier cas, — celui que Belgrand avait cru être général, — les coteaux sont perméables et reposent ainsi que les alluvions sur un substratum imperméable situé à une certaine profondeur : il y a alors une nappe aquifère sous les coteaux, et

ces deux nappes latérales alimentent la rivière souterraine, qui peut par suite contenir des eaux de provenance et de nature différentes de celles de la rivière visible. Suivant l'abondance de ces apports et le niveau de la nappe souterraine (lesquels dépendent des conditions météorologiques et varient avec elles), cette nappe communique avec la rivière, soit pour lui emprunter, soit pour lui fournir de l'eau (sources naissant dans le lit des cours d'eau), en sorte que le processus peut changer avec les saisons. Le second cas est celui où les coteaux étant imperméables ne fournissent aucun apport souterrain : alors l'eau contenue dans les alluvions ne provient que du fleuve ; elle a la même composition et température que lui ; enfin son niveau reste forcément en contre-bas de la cote hydrométrique fluviale : en d'autres termes, le fleuve apporte l'eau d'infiltration qui imbibe les alluvions.

Entre ces deux cas extrêmes, il y a bien entendu tous les intermédiaires. C'est d'ailleurs un des avantages de la nappe voisine d'une rivière de pouvoir être alimentée par elle, ce qui permet en basses eaux de faire appel au débit généralement très large du cours d'eau.

3° *Nappe des dunes ; nappes et sources au bord de la mer : salure de leurs eaux.* — Le voisinage de la mer apporte un trouble très considérable dans l'allure des nappes situées à proximité, ainsi que dans la composition chimique de leurs eaux. Au point de vue de la mécanique hydrologique, la mer agit sur les nappes aquifères continentales comme le ferait une vallée de profondeur énorme, à un seul versant (la côte) recoupant les formations géologiques rencontrées : les nappes affleurent donc dans ce talus océanien, mais elles y trouvent, au lieu du vide comme dans une vallée terrestre, une contre-pression résultant de la présence de l'eau de mer. Dans les mers à marée, cette contre-pression varie avec le niveau de la mer : de là dans l'écoulement de l'eau douce un jeu rappelant, avec un certain retard, les alternances du mouvement lunaire. D'un autre côté, au contact de l'eau salée, il se passe un phénomène très important, la diffusion¹, en vertu de laquelle les chlorures dissous dans l'eau de mer passent en partie dans l'eau douce et se font sentir plus ou moins loin dans l'intérieur des terres.

1. La diffusion a été étudiée par de nombreux physiciens : le mémoire qui sert de base à cette étude est celui de Graham de 1862 (in *Annales de physique et de chimie*). Nous n'en retiendrons qu'une loi : c'est que *la vitesse de diffusion est proportionnelle à la différence de salure entre les deux éléments en contact, et que la salure cesse au point où cette vitesse devient égale à celle de l'apport d'eau douce.*

Ces considérations permettent d'expliquer d'ordinaire assez facilement les faits, parfois différents les uns des autres et même contradictoires en apparence, qu'on remarque sur les bords de la mer. Comme le mouvement des filets liquides, aussi bien que la diffusion du sel, se passe au travers des pores et interstices du terrain, lesquels opposent une résistance d'autant plus grande qu'ils sont plus fins, on comprend que la vitesse et l'amplitude de ce mouvement dépendent de la nature du sol constituant le rivage : les conditions seront donc bien différentes suivant qu'il s'agira de sables poreux ou de calcaires à larges fissures. En outre, la pente de l'imperméable formant le substratum d'une nappe peut être orienté soit vers la mer, soit en sens contraire : dans le premier cas, elle facilite le déversement des eaux douces dans l'Océan, tandis que dans le second elle facilite au contraire l'introduction de l'eau salée et la diffusion du sel au loin sous le continent.

Les masses de sable qui occupent souvent au bord de la mer des étendues considérables reçoivent les eaux que la pluie déverse sur leur superficie, et aussi dans bon nombre de cas le produit des nappes du continent qui affleurent sous les sables : ces eaux glissent d'ordinaire sur une couche imperméable plus ou moins profonde et finissent par se mêler aux eaux saumâtres. Mais, de même que les sables se sont relevés en monticules ondulés appelés dunes, de même la nappe d'eau douce se relève généralement au-dessus du niveau de la mer et suit en quelque sorte les ondulations de la surface (c'est aux dunes de Gascogne que cette forme de la nappe a été reconnue ; pour la première fois là, les sables des Landes reposent sur les faluns miocènes de Salles et de Léognan et les couches plongent vers la mer).

Les dépressions de la nappe correspondant aux creux des dunes sont expliquées par la plupart des auteurs, par le fait que l'évaporation se faisant plus facilement dans ces parties la nappe y serait appauvrie et par suite abaissée : il semble aussi que la capillarité a une puissance plus grande dans les tubes plus longs. Quant à la surélévation de la nappe d'eau douce par rapport au niveau de la mer, elle a été bien expliquée par Herzberg dans son étude sur l'île de Norderney¹, étude où il a montré l'eau douce flottant en quelque sorte en raison de la différence de densité au-dessus de l'eau salée : l'eau douce a ainsi la forme d'une lentille (fig. 29) et elle s'élève à 1 m. 40 au-dessus du niveau moyen de la mer, tandis qu'elle descend à 53 mètres. Si H est l'épaisseur

1. Voir *Deutscher Verein von Gas und Wasserfachmännern*, 1901.

totale maxima de la lentille d'eau douce, t sa surélévation au-dessus du niveau moyen de la mer, h la profondeur limite où on trouve l'eau salée, on aura : $H = h + t$.



FIG. 29. — Coupe de l'ÎLE DE NORDERNEY (Herzberg).

Mais la colonne d'eau douce H fait équilibre à la colonne d'eau salée h , dont la densité est $1 + d$, et on a aussi : $H = h(1 + d)$, d'où on tire : $h = \frac{t}{d}$. Or $d = 0,027$, ce qui pour $t = 1$ m. 40 donne bien $h = \frac{1,40}{0,027} = 51$ m. 85, chiffre très voisin de celui constaté par expérience.

L'île de Norderney est une île entièrement sablonneuse et de faible largeur : elle était donc admirablement choisie pour voir comment se comportaient les eaux douces vis-à-vis de la mer. En fait les puits proposés par Herzberg ont parfaitement réussi à donner de l'eau potable : les oscillations de niveau en correspondance avec la marée n'y ont pas une amplitude de plus de 20 cm. Toutefois, il est bien évident que le pompage dans les puits doit rester modéré, sans quoi on troublerait l'équilibre et on attirerait l'eau salée : il est clair aussi qu'il faut éviter de descendre l'aspiration au bas des puits, et autant que possible puiser au voisinage de la surface.

Cet exemple auquel il faudrait ajouter celui de l'île de Long-Island (États-Unis) et de ses stations de pompage nous a paru utile à citer afin de mettre en garde les ingénieurs qui seraient tentés de chercher l'eau dans les sables voisins de la mer : il conviendrait en tout cas d'établir des stations d'essai, avec épuisements intensifs et prolongés, avant de pouvoir se prononcer.

Si au lieu d'une île, on a affaire à un continent, les choses se passeront d'une manière analogue, mais d'un côté seulement.

C'est surtout et pour le littoral belge et hollandais que la question s'est posée; elle a fait l'objet de discussions récentes entre MM. Dubois¹, van Ertborn² et d'Andrimont³. Ce dernier fait remarquer que sur le littoral belge le niveau de l'eau des dunes étant à 2 m. 35 au-dessus du niveau moyen de la mer, la formule et la théorie d'Herzberg donnent une profondeur de 87 mètres pour la limite entre l'eau douce et l'eau salée; mais en fait la couche yprésienne imperméable (fig. 30) qui supporte les sables vient s'interposer avant qu'on ait atteint cette profondeur. Dans ces conditions la limite séparative qui, d'après la théorie⁴, devrait être ondulée, peut se limiter à sa première partie côté de la mer: on s'explique ainsi les variations remarquées suivant les lieux, variations qui sont en relation avec la profondeur de l'imperméable (Ainsi à Heyst, un puits de 15 mètres de profondeur situé à 40 mètres de la mer donne de l'eau douce, tandis qu'un puits de 10 mètres situé à 20 mètres de la rive donne de l'eau salée: il suffit que le premier soit tombé dans le creux de la courbe limite).

On peut aussi avoir des cas beaucoup plus compliqués, lorsqu'il existe plusieurs couches imperméables superposées. Ainsi

1. DUBOIS. Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge; *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXXVI et note précédente, t. XXXI, ainsi que: Étude sur les eaux souterraines des Pays-Bas; *Archives du Musée Taylor* (série 2, t. IX, 1904).

2. VAN ERTBORN. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, t. XVI, p. 517; t. XVII, p. 297; et t. XVIII, p. 217.

3. D'ANDRIMONT. Notes sur l'hydrologie du littoral belge; *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXIX (mai 1902); et *Idem*, t. XXX (18 janvier 1903); et *Idem*, t. XXXII (19 février 1905); ainsi que: Étude hydrologique du littoral belge envisagé au point de vue de l'alimentation en eau potable; *Annuaire de l'Association des Ingénieurs de l'École de Liège*, t. XVI, 1903.

4. M. d'Andrimont s'est assuré expérimentalement que cette limite donnée par la théorie d'Herzberg se réalisait bien dans la pratique, si aucune cause de trouble n'intervenait. Dans une cuve inclinée et remplie de sable, il a d'abord versé une solution de bichromate de potasse ayant même densité que l'eau de mer, qui a dessiné ainsi l'horizontale du niveau de l'eau; sur le sable du côté continent il a versé de l'eau douce incolore et il a observé que l'eau saumâtre colorée en jaune a été refoulée et que la limite séparative a bien pris la forme d'une sinusoïde: la zone de diffusion était peu importante au contact des deux eaux, et, après huit jours la distinction était encore très nette. Pour mieux suivre le trajet des gouttes liquides, l'auteur avait déposé sur les parois de verre quelques grains de permanganate de potasse, lesquels donnent des traînées colorées indiquant le chemin parcouru par les molécules liquides au moment où elles vont atteindre la nappe aquifère.

Ce procédé peut aussi servir à étudier la forme et le mouvement de l'eau dans les nappes, en reproduisant à peu près les conditions où elles se trouvent. C'est ainsi que l'auteur a démontré que dans la nappe qui s'étend sous les coteaux d'une vallée, la partie en mouvement n'est pas seulement celle qui est au-dessus du niveau du thalweg, mais s'étend aussi en dessous, en sorte qu'une partie de l'eau a un trajet ascendant vers les exutoires de la vallée.

TABLEAU DES NAPPES AQUIFÈRES DE FRANCE ET DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LEURS EAUX

Terrains contenant les nappes.		Nombres de villes alimentées.	Nombres d'analyses.	Composition chimique moyenne.								
				Degré hydrotimétrique total.	Degré hydrotimétrique permanent.	Résidu fixe à 110°.	CaO	MgO	NaCl	SO ³	AzO ³ H	Si O ²
en milligrammes par litre.												
Terrains primaires	I. Granite, gneiss, roches primitives.....	49	35	5°8	4°1	101	19,4	9	40,1	11,8	14,2	13,6
	II. Roches volcaniques, (trapp, laves, basaltes, etc.).....	6	4	8	2,5	82,1	29	26,5	10,2	7,5	traces	22,9
	III. Schistes primaires (Cambrien, Silurien, Dévonien).....	15	7	8,9	2	153,1	32,2	13	32,2	7,5	8,3	18,5
	IV. Calcaires dévoniens...	5	1	29	7	221	138	19,2	138	34,3	traces	traces
	V. Calcaires carbonifères.	2					pas d'analyse					
Trias	VI. Grès permien, vosgien, bigarré.....	7	21	5,4	2,6	10,6	25,2	5,7	3,8	3,7	0,2	5,5
	VII. Muschelkalk.....	3	11	27,2	7	315	137	23	10	28	3	—
Lias	VIII. Keuper et calcaire dolomitique (Keupérien).	3	20	38,3	20,8	469	151	62	17,9	37,7	traces	traces
	IX. Grès rhétien et infra-liasique (Sinémurien).....	4	7	28,9	9,6	411	128	29	13,7	36	id.	id.
	X. Calcaire liasique.....	3	17	30	5	388	138	19,2	11	20	id.	id.
Oolithe	XI. Bajocien.....	32	73	23,5	7,4	270	116	8,6	14,6	16,9	id.	id.
	XII. Bathonien.....	3	32	22,6	5,0	252	119	8	20,4	13,7	7	2,6
	XIII. Corallien et Astartien.	14	25	24,7	5,8	328	120	12	9,8	19	traces	traces
	XIV. Portlandien, Virgulien et Jurassique supérieur.	18	12	20,2	5,5	285	93,7	16,5	20,7	19,5	6,8	8,2
Crétacé	XV. Néocomien et Urgonien.....	19	15	20,3	7,9	250	105	7,8	37	40,2	2,8	10,8
	XVI. Sables verts et Gaize..	4	4	20,8	9,5	300	107	10,5	29,4	27,3	—	—
	XVII. Craie moyenne ou glauconieuse (Cénomanién).	5	7	25,6	7,7	364	111	20,0	42,0	23,6	29,2	16,3
	XVIII. Craie supérieure (Turorien et Sénonien)....	61	62	25,9	6,5	350	119	12,2	37,7	19,5	15,9	16,5
Eocène	XIX. Sables landéniens et sables de Bracheux.....	3	6	22,8	—	184	73,5	23,4	27	31,8	15,3	13,6
	XX. Sables yprésiens ou du Soissonnais.....	6	3	35,6	21,5	421	140	24,6	27	72,4	—	—
	XXI. Calcaire grossier (Lutétien) et sables de Beauchamp.....	8	3	29,8	9,6	332	116	36,1	25,2	25,1	7,7	19,9
Oligocène	XXII. Sables de Fontainebleau et calcaire lacustre....	9	12	28,3	14,4	373	111	28	32,3	16,7	22,4	14,8
	XXIII. Calcaires de Beauce (Aquitanién).....	11	3	29,3	13,5	443	147	20	36,4	34,8	10	14
	XXIV. Miocène et Pliocène (Molasse et faluns)....	6	7	22,3	4,3	258	75,6	5,6	23,5	26,5	—	—
	XXV. Alluvions quaternaires.	52					très variable					

24 juillet 1910.

Bull. Soc. géol. Fr. N. — 16.

dans le cas de deux couches de ce genre (fig. 31) un puits pourra retrouver de l'eau douce après avoir donné à une profondeur moindre de l'eau salée. Si on suppose, comme cela arrive en Hollande au droit de l'ancienne mer de Haarlem, qu'il y a du côté continental une dépression plus basse que la mer elle-même, il est clair qu'on aura un partage de l'écoulement de la nappe des dunes,

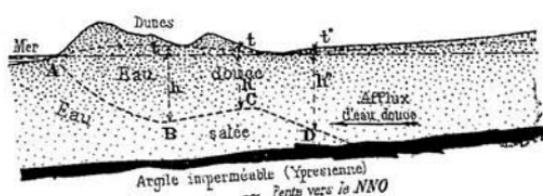


FIG. 30. — SÉPARATION DES EAUX DOUCES ET DES EAUX SALÉES SOUS LE LITTORAL BELGE (d'après d'Andrimont).

absolument comme si on était dans une île avec prédominance de l'attraction vers la zone la plus déprimée : c'est ce qui a été constaté par les observations de Penninck¹.

En réalité, la limite de l'eau douce et de l'eau salée n'est pas tranchée. C'est toute une zone où se fait la diffusion, celle-ci

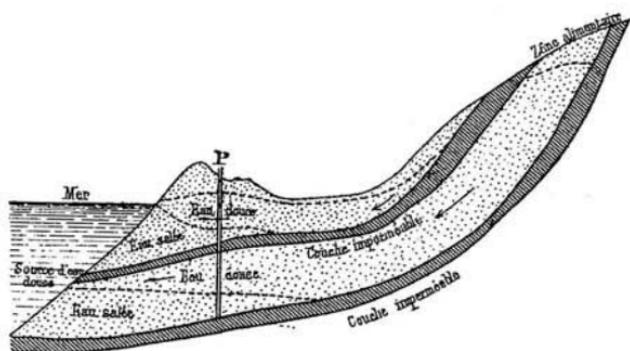


FIG. 31. — RELATIONS DE L'EAU DOUCE SOUTERRAINE ET DE L'EAU DE MER. Cas de deux couches imperméables (d'après d'Andrimont).

salant et rendant plus denses les eaux douces de bas en haut, et ces eaux douces se trouvant ainsi amenées en se salant à se perdre vers le bas par mélange direct avec les eaux saumâtres. C'est ce qui explique que toutes les eaux ne s'écoulent pas hori-

1. PENNINGCK. Prises d'eau dans les dunes pour la ville d'Amsterdam : *Institut royal des Ingénieurs*, La Haye, 1904.

zontalement vers la mer, et cela traduit la *perte d'eau mystérieuse* que Penninck signale comme se faisant dans les dunes hollandaises. — Il est clair que les figures précédentes devraient aussi tenir compte de la zone de diffusion.

Un autre exemple très intéressant est celui de la ville de La Rochelle, et de ses environs, dont nous avons déjà décrit précédemment l'hydrologie. La ville pompe au puits de Périgny, situé à 3 km. 500 de la mer, l'eau du calcaire séquanien : la marée ne s'y fait plus sentir que de 20 cm. ; mais la teneur en chlorure de sodium est encore très forte. Elle est maxima en décembre (1 gr. 045 par litre) et minima en juillet (0 gr. 316), tandis que le carbonate de chaux varie en proportion inverse : cela prouve qu'en hiver et en automne la proportion d'eau de mer est très forte, tandis que ce n'est qu'en été que l'eau douce apportant le carbonate de chaux est plus abondante (la saison la plus pluvieuse étant le printemps, cela indique un retard de deux ou trois mois entre les pluies et l'arrivée des eaux souterraines près de la mer). Dans la vallée du Curé, c'est jusqu'à 15 et 20 km. du littoral que le chlorure de sodium venant de la mer (il ne faut pas le confondre dans les puits avec celui qui vient de l'urine et du purin) se fait sentir : la zone de diffusion s'étend donc très loin, favorisée qu'elle est par le pendage des couches vers le Sud-Ouest.

TABLE DES MATIÈRES

Les Nappes aquifères de France.

Examen des nappes aquifères dans les divers terrains et les diverses régions de la France.

	page
I. TERRAINS PRIMITIFS ET TERRAINS VOLCANIQUES.....	180
II. TERRAINS PRIMAIRES.	
1° Précambrien, Cambrien et Silurien.....	182
2° Dévonien, Carbonifère et Permien :	
a) dans l'Ardenne et le bassin franco-belge.....	183
b) dans le Boulonnais.....	186
c) dans l'Armorique.....	186
d) autour du Plateau central.....	186
III. TERRAINS SECONDAIRES.	
a) Jura-Trias dans les régions Est et Sud-Est du bassin de Paris....	187
b) Jura-Trias à l'Ouest du bassin de Paris et dans les Charentes ...	194
c) Jura-Trias dans le reste de la France.....	195
d) Crétacé dans le bassin de Paris.....	197
1° Région des sources de la Vanne.....	198
2° Région des sources du Loing et du Lunain.....	201
3° Région des sources de l'Avre et de la Vigne.....	202
e) Crétacé au Nord du bassin de Paris.....	206
f) Crétacé dans le Sud de la France.....	210
(Exemples des fontaines de Vaucluse, de Nîmes et du Lez.)	
IV TERRAINS TERTIAIRES.....	214
a) Bassin de Paris.....	215
Exemple de la région des sources de la Dhuis.....	218
Exemple de la rivière l'Œuf (calcaire de la Beauce).....	222
Exemple du val d'Orléans et sources du Loiret.....	223
b) Tertiaire dans le Nord de la France et la Belgique.....	231
c) Tertiaire dans le Sud-Est de la France.....	232
d) Tertiaire dans le Sud-Ouest de la France.....	233
V. TERRAINS QUATERNAIRES.....	234
1° Terrains glaciaires.....	234
2° Alluvions des vallées fluviales.....	235
3° Nappe des dunes; nappes et sources au bord de la mer.....	236
Tableau des nappes aquifères de France et de la composition chimique moyenne de leurs eaux.....	240-241

COUCHES A *OSTREA ACUMINATA* ET FULLER'S EARTH

PAR **Marcel Lissajous.**

Dans sa « Description géologique du Mâconnais », Berthaud¹ a exprimé l'opinion que le Bajocien supérieur du Mâconnais « doit être considéré comme l'Oolithe de Bayeux » (p. 157)... « C'est certainement le Ciret du Mont d'Or lyonnais » (p. 168)... « C'est le Vésulien des environs de Saint-Claude et de tout le département du Jura » (*ibid.*)... « Par une assimilation erronée, il a été regardé comme l'équivalent de la terre à foulon ou Fuller's Earth des Anglais » (*ibid.*)... « Le vrai Fuller's Earth n'est qu'un dépôt local et accidentel, une variété marneuse de la partie inférieure de la Grande Oolithe et je regarde comme démontré que la prétendue terre à foulon de France (et probablement d'Allemagne et d'Angleterre) n'est généralement que le Bajocien supérieur ou Oolithe de Bayeux » (*ibid.*, p. 162).

Avant Berthaud, de Ferry avait déjà fait remarquer que le Bajocien supérieur du Mâconnais était du même niveau que les couches à *Ostrea acuminata* Sow; mais, par une assimilation erronée des couches à *Ostrea acuminata* de France et d'Angleterre, il en tirait la conclusion qu'il était l'équivalent du Fuller's Earth². Berthaud ajoute plus loin (p. 162) que le calcaire blanc-jaunâtre marneux à *Am. arbustigerus* D'ORB. équivaut aux marnes de Port-en-Bessin qui est analogue au Fuller's Earth anglais. Comme on le verra plus loin, les opinions émises par cet auteur sont des plus justes.

Cependant, je dois faire une remarque : c'est que de Ferry et Berthaud ont établi une confusion entre *Ostrea acuminata* Sow. et *O. obscura* Sow. qui se trouvent ici toutes deux; mais cela n'infirmé nullement la valeur d'ensemble de leurs observations.

Je ferai voir plus loin ce qu'il faut en écarter.

Depuis quarante ans que ces travaux ont paru, beaucoup d'auteurs continuent à vouloir assimiler au Fuller's Earth anglais des couches qui lui sont inférieures, sous prétexte qu'elles contiennent en abondance *Ostrea acuminata*³; c'est pourquoi j'ai cru utile de reprendre cette question et de combattre l'erreur avec de

1. BERTHAUD. Thèse. Mâcon, 1869.

2. DE FERRY. Note sur l'étage bajocien des environs de Mâcon. Caen, 1861, p. 36 et suiv.

3. Voir A. DE LAPPARENT. Traité de géologie, 1906, p. 1170 et suiv. et p. 1192.

nouvelles preuves qui, je l'espère, permettront de voir les choses sous un jour plus exact.

Dans une note sur le Bajocien et le Bathonien des environs de Mâcon¹, j'ai démontré le parallélisme des couches à *Ostrea acuminata* de la Côte-d'Or avec la zone à *Parkinsonia Parkinsoni* du Mâconnais. J'ai eu, depuis, l'occasion de faire quelques observations, dont je veux exposer ici le résultat, et qui m'ont amené à des conclusions que je laisse à apprécier.

Le Bajocien moyen du Mâconnais se présente sous deux aspects différents : une couche à Polypiers et un calcaire à Entroques. Ces deux faciès peuvent se montrer séparément, ou bien mélangés dans des proportions variables. L'âge de ces dépôts a été bien nettement établi par la présence d'*Otoïtes Sauzei*² et d'*Emileia polyschides*³ WAAGEN. Sur cette zone qui se termine par une surface taraudée avec Huîtres plates fixées, s'est déposé un ensemble de calcaires grisâtres, jaunissant à l'air, parfois tachés de rouge qui représentent les deux zones, distinctes ailleurs, mais qui ici ne peuvent être pratiquement séparées, à *Teloceras Blagdeni*⁴ Sow. et à *Strenoceras subfurcatum* ZIET. Afin de bien montrer la validité de ce niveau, je donne la liste des Ammonites que j'y ai recueillies :

<i>Teloceras Blagdeni</i> Sow.	<i>Parkinsonia planulata</i> Qu.
<i>Stepheoceras</i> cf. <i>plicatissimum</i> Qu.	— aff. <i>Caumonti</i> D'ORB.
— <i>subcoronatum</i> OPPEL.	<i>Perisphinctes Martinsi</i> D'ORB.
<i>Normannites Braikenridgi</i> D'ORB.	<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.
<i>Strenoceras subfurcatum</i> ZIET.	<i>Oppelia subradiata</i> Sow.
— <i>densicostatum</i> Qu.	<i>Sphaeroceras Brongniarti</i> Sow.
<i>Garantiana Garanti</i> D'ORB.	

Ces Ammonites sont accompagnées, outre de nombreux fossiles d'autres classes, d'une quantité considérable de Brachiopodes sili- ceux (*Terebratula*, *Waldheimia*, *Rhynchonella*) dont la présence révèle dans le Mâconnais et les régions avoisinantes, la zone à *Teloceras Blagdeni* et *Strenoceras subfurcatum*. Les plus caractéristiques sont *Terebratula Phillipsi* MORR. et var., *T. ventri-*

1. B.S.G.F., (4), V, p. 689, 1905.

2. MASCKE. Die *Stephanoceras*-Verwandten in den Coronatenschichten von Norddeutschland, Göttingen, 1907, Genus *Otoïtes*; type *Am. Sauzei* D'ORB. Un échantillon provenant de Milly et conservé dans la collection de Ferry au Muséum de Paris.

3. Un échantillon provenant de la Grisière près de Mâcon et appartenant à la collection de M. Gilbert Lafay à Mâcon.

4. MASCKE, *ibid.* Gen. *Teloceras*; type *Am. Blagdeni* Sow.

cosa ZIETEN, *T. aff. sphæroïdalis* Sow.¹, *Rynchonella aff., plicatella* Sow.²; qui apparaissent seulement à ce niveau; beaucoup d'autres se montrent déjà plus bas et en particulier dans des couches qui occupent la partie supérieure du Bajocien moyen (zone à *Otoites Sauzei*³).

La zone à *Teloc. Blagdeni* et *Stren. subfurcatum* est recouverte par une couche stérile qui peut lui être rattachée et contient de nombreux silex de formes irrégulières.

Vient ensuite une zone que j'ai caractérisée par deux espèces dont la première peut varier un peu dans son niveau, mais que son abondance ici permet de prendre comme caractéristique locale, *Parkinsonia Parkinsoni*¹ Sow.? et *Lissoceras oolithicum* D'ORB.

Cette zone se présente ici sous des aspects très différents: tantôt c'est un calcaire tendre, jaune ou rougeâtre, à nombreuses oolithes ferrugineuses qui a assez d'analogie avec l'oolithe ferrugineuse de Normandie, mais représente, sinon en entier, du moins en majeure partie l'oolithe blanche de cette région. Les fossiles y sont en très bon état de conservation et excessivement nombreux.

Tantôt c'est un calcaire très dur contenant des taches de limonite, mais non oolithique avec délités marneux intercalés: les fossiles y sont souvent incomplets, altérés ou usés sur une face (Pouilly). Le dépôt sous cet aspect indique que durant sa formation la mer a subi de fréquents changements de profondeur. Les fossiles y sont moins abondants que dans le faciès à oolithes. Ailleurs on trouve un calcaire marneux jaunâtre un peu grossier, qui se détruit assez facilement sous l'influence des agents atmosphériques, abandonnant de nombreux fossiles, dont beaucoup, parmi les Lamellibranches, ont un test qui contient une quantité plus ou moins notable de silice.

1. Variété allongée figurée dans Davidson. *Brit. jur. brach.* suppl., pl. xx, fig. 5. seul sous le nom de *Terch. decipiens* DESLONG. Peut-être espèce inédite.

2. Forme allongée figurée dans Davidson. *Brit. jur. brach.*, pl. xvi, fig. 8.

3. La zone à *Teloceras Blagdeni* et *Strenoceras subfurcatum* montre dans certaines localités (Salornay près Hurigny) une lumachelle à *Ostrea obscura* Sow. Cette espèce a été confondue par de Ferry et Berthaud avec *Ostrea acuminata* Sow.; ce qui leur a fait placer dans le Mâconnais le niveau à *Ostr. acuminata* plus bas qu'il ne descend en réalité.

Ces deux espèces sont assez faciles à distinguer: *Ostrea acuminata* Sow. a un contour en croissant ou demi-lune et est beaucoup moins profonde qu'*Ostrea obscura* Sow., dont l'accroissement suit une direction presque rectiligne, qui montre un contour ovalaire et atteint une taille bien moindre. Ces deux espèces ont vécu parallèlement; cependant *Ostrea obscura* apparaît plus tôt.

4. C'est la forme figurée par d'Orbigny (*Pal. fr. Ceph. jur.*, pl. 122) qui diffère de l'espèce de Sowerby par ses tours moins larges et des côtes plus espacées. S. S. Buckman lui a donné en 1882 le nom de *Park. rarecostata*.

Je pourrais signaler encore plusieurs autres aspects de cette zone, mais cela n'a pas sa raison d'être dans cette note ; et j'en parlerai dans un autre travail.

La faune d'Ammonites de ce niveau est la suivante :

<i>Œcotraustes</i> sp. ?	<i>Parkinsonia</i> aff. <i>ferruginea</i> OPP.
<i>Cadomoceras</i> .	<i>Garantiana</i> <i>Garanti</i> D'ORB.
<i>Lissoceras oolithicum</i> D'ORB.	— aff. <i>Garanti</i> D'ORB.
<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.	<i>Morphoceras dimorphum</i> D'ORB.
<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> D'ORB.	<i>Perisphinctes Martinsi</i> D'ORB.
non Sow.	<i>Stepheoceras mutabile</i> QU.

Il faut joindre à cette liste, comme étant également caractéristiques et spéciales à la zone, les espèces suivantes :

<i>Clypeus altus</i> M. COY.	<i>Pygorhytis ringens</i> AGASS.
<i>Hyboclypeus ovalis</i> WRIGHT.	<i>Terebratula Ferryi</i> DESLONG.

Ostrea acuminata Sow. se montre également à ce niveau ; elle est partout très rare. Cependant dans certains endroits où se rencontrent les délités marneux dont j'ai parlé précédemment, elle paraît plus abondante.

La zone à *Parkinsonia Parkinsoni* est parfois séparée de la précédente par un calcaire en dalles plus ou moins épaisses, remarquables par les nombreux fossiles qu'elles contiennent ; en particulier un très grand nombre de Trigonies¹. Ces dalles à Trigonies ne se montrent pas partout, mais apparaissent dans le département à des points assez éloignés les uns des autres.

Sur la zone à *Park. Parkinsoni*, qui se termine par une surface à Lithophages, se sont déposés des calcaires marneux blanc-jaunâtres avec couches marneuses intercalées, dont l'épaisseur totale est de quarante mètres environ. Ce dépôt, assez compact dans certains endroits, semble ailleurs composé de blocs plus ou moins volumineux, à surface usée, comme s'ils avaient été ballotés par la mer et avaient subi le frottement d'autres blocs. Au Sud du Mâconnais, ce niveau est formé d'argiles jaunâtres ferrugineuses, présentant disséminées dans leur masse de très nombreuses chailles siliceuses.

Sous ce dernier aspect, cet horizon est peu fossilifère ; mais le faciès calcaire contient une faune assez riche.

Les fossiles sont le plus souvent agglomérés dans certains blocs, où les mêmes espèces se montrent réunies ensemble, presque à l'exclusion des autres.

1. Ces dalles à Trigonies sont peut-être l'équivalent de l'*Upper trigonia-grit* du Bajocien d'Angleterre.

On y rencontre de nombreuses formes d'Ammonites, en particulier du genre *Perisphinctes*; beaucoup sont nouvelles et je compte les décrire dans un travail spécial.

Ces couches ont une place très nettement établie, mais il ne m'a pas été possible d'en trouver des coupes me permettant de voir la répartition des fossiles dans leur masse.

Les espèces d'Ammonites qu'on rencontre indiquent qu'elles équivalent à plusieurs zones qu'on a pu distinguer dans d'autres régions. Les plus caractéristiques sont :

Perisphinctes (Zigzagiceras) arbustigerus D'ORB. et ses différentes variétés auxquelles M. S. S. Buckmann a donné les noms de *Zigzagiceras subprocerum*, *Zig. pseudoprocerum*, *Zig. clausiprocerum*, espèces qui caractérisent la zone à *Zigzagiceras Zigzag* D'ORB¹.

Des formes du groupe d'*Oppelia fusca* QU. et *Op. aspidoides* OPP., indiquent la présence de la zone à *Oppelia fusca*². On pourrait peut-être retrouver le type de *Per. gracilis* BUCKMANN parmi des formes déprimées à tours assez nombreux que leur mauvais état de conservation ne permet pas de déterminer sûrement; aussi je ne veux rien préjuger sur ce point. Enfin une dernière espèce se trouve assez fréquemment ici, qui en Angleterre appartient à la zone à *Stepheoceras subcontractum*, c'est *Macrocephalites Morrisi* OPP.

Je dois signaler aussi des espèces des genres *Garantiana*, *Strenoceras* et *Polyplectites*³ qui indiquent pour la base de ces couches des affinités avec le Bajocien supérieur.

On voit que l'ensemble des dépôts qu'on nomme ici zone à *Per. arbustigerus* représente par sa faune un certain nombre de niveaux déterminés ailleurs. Les couches à *Ostrea acuminata* qui, en Angleterre, prennent place sur la zone à *Opp. fusca*, ne se montrent pas ici; nous verrons plus loin quel est leur niveau exact dans la région.

Le Mâconnais montre donc, nettement indiquées par des fossiles parfaitement caractéristiques, pour les couches bajociennes

1. Cette dernière espèce n'a pas encore été rencontrée ici; mais la présence d'Ammonites qui l'accompagnent ordinairement peut laisser supposer qu'elle existe et que la difficulté qu'il y a à recueillir les échantillons et une plus grande rareté ont empêché qu'on ne l'ait trouvée jusqu'à présent.

2. *Oppelia fusca* et *Opp. aspidoides* sont les formes extrêmes d'un groupe qui apparaît à plusieurs niveaux. On trouve ici des échantillons parfaitement caractérisés d'*Opp. fusca* dans la zone dite à *Opp. aspidoides* et réciproquement. Ces deux espèces sont donc aussi mauvaises caractéristiques l'une que l'autre.

3. MASCKE. Op. cit., Gen. *Polyplectites*; type *Am. linguiferus* D'ORB.

Spheroceeras bullatum D'ORB. est également assez abondant, mais n'a rien de caractéristique; car il se retrouve dans toutes les couches bathoniennes.

et bathoniennes qui font le sujet de cette étude, les zones suivantes :

- | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------------|---|---------------|
| 4 | { | Zone à <i>Peris-</i> | } | = | Z à <i>Opp. fusca</i> | { | pour la base. |
| | | <i>arbustigerus</i> | | | Z à <i>Zig-Zigzag</i> | | |
| 3 | { | Zone à <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> et <i>Lissoceras oolithicum</i> . | | | | | |
| 2 | { | Zone à <i>Strenoceras subfurcatum</i> et <i>Teloceras Blagdeni</i> . | | | | | |
| 1 | { | Zone à <i>Otoïtes Sauzei</i> . | | | | | |

Au Sud de notre région, dans le Mont-d'Or lyonnais, les zones du Bajocien qui ont été bien étudiées et sont admises par tous les géologues, s'identifient très bien avec celles du Bajocien Mâconnais.

On y retrouve avec une faune presque identique les niveaux que j'ai numérotés 2, 3 et 4.

Le niveau 2 contient les mêmes Ammonites caractéristiques¹ ; et en plus, comme j'ai pu le voir dans la collection du laboratoire de géologie de l'Université de Lyon, un certain nombre d'espèces communes aux deux régions, entre autres de gros Brachiopodes des mêmes espèces que dans le Mâconnais et d'aspect identique.

Le niveau 3, bien connu sous le nom de *Ciret*, contient à peu de chose près la même faune que dans le Mâconnais ; sur 75 à 80 espèces dont j'ai relevé la liste dans les collections du Muséum de l'Université de Lyon, 65 se retrouvent dans le Mâconnais.

Les Ammonites, abondantes dans le *Ciret*, sont plus rares dans le Mâconnais ; par contre les Lamellibranches l'emportent de beaucoup ici dans certaines familles. Pour 28 espèces environ trouvées dans le *Ciret*, nous avons ici plus de 60 espèces. Le Mâconnais montre, dans l'ensemble de la faune de la zone à *Park. Parkinsoni*, des modifications qui marquent le passage à la faune assez différente du Nord du département de Saône-et-Loire.

En passant, je note pour le *Ciret* *Ostrea acuminata*, qui y est des plus rares, mais a fourni quelques exemplaires bien typiques que j'ai pu voir dans les collections lyonnaises. Ceci est à rapprocher de ce que j'ai dit précédemment relativement à la rareté moins grande de cette espèce dans certaines couches marneuses du Mâconnais.

Le *Ciret* est recouvert par un calcaire à *Sphæroceras bullatum* D'ORB. et *Perisphinctes arbustigerus* D'ORB. qui est l'équivalent de mon niveau 4.

Voyons maintenant ce qu'on trouve au Nord du Mâconnais. Dans une note de P. de Loriol sur le *Pentacrinus* de Sennecey-

1. Voir RICHE. Étude stratigraphique et paléontologique sur la zone à *Lioceras concavum* du Mont d'Or lyonnais. Lyon, 1904, p. 64.

le-Grand¹, M. Delafond a donné pour l'étage oolithique inférieur de ce pays la coupe suivante :

1^o Calcaire à Entroques, épaisseur moyenne de trente mètres.

2^o Calcaire marneux, présentant des chailles abondantes à la partie inférieure, et contenant à sa partie supérieure un grand nombre d'*Ostrea acuminata*. Épaisseur vingt à trente mètres.

3^o Calcaires oolithiques, peu fossilifères, offrant une épaisseur considérable, soixante ou quatre-vingts mètres.

4^o Calcaire blanc, jaunâtre, marneux contenant en abondance la *Pholodomya Vezelayi* LAJ., la *Pholadomya Bellona* D'ORB. etc., épaisseur vingt à trente mètres.

5^o Calcaire oolithique pétri parfois, à sa partie supérieure, de *Terebratula digona* Sow. Épaisseur quinze à vingt mètres.

M. Delafond classe ainsi ces différentes couches :

Zone n^o 1, calcaires à Entroques.

Zone n^o 2, terre à foulon.

Zone n^{os} 3 et 4, Grande Oolithe.

Zone n^o 5, dalle nacrée.

Pour ce qui va suivre je ne veux retenir que les zones 1 à 3.

La première que je n'ai vue que très superficiellement m'a semblé cependant présenter de bas en haut dans sa composition pétrographique des différences assez marquées ; et il serait peut-être possible d'y retrouver les différentes zones que j'ai signalées dans les environs de Mâcon pour le Bajocien inférieur². Mais c'est surtout sur la zone suivante que je veux appeler l'attention.

Elle présente à la base des calcaires jaunâtres, tachés de rouge, plus ou moins durs, contenant les mêmes gros Brachiopodes siliceux que j'ai signalés à Saint-Sorlin³ ; et ces calcaires sont surmontés, comme dans la même localité, d'une couche à silex qui se reconnaît dans les cultures aux nombreuses chailles siliceuses qui couvrent le sol, particularité qui existe identique dans les deux pays.

La détermination de ce niveau, étant donné sa situation, ses caractères et les fossiles qu'on y trouve, ne me paraît pas difficile : c'est la zone à *Teloceras Blagdeni* et *Strenoceras subfurcatum*.

Sur la couche à silex repose un calcaire jaunâtre remarquable par le nombre énorme d'*Ostrea acuminata* qu'il contient. Ce niveau

1. DE LORIOU. Notice sur le *Pentacrinus* de Sennecey-le-Grand. Chalon-sur-Saône, 1878.

2. LISSAJOUS. *Loc. cit.*, p. 670.

3. *IBID.*, p. 673. La commune de Saint-Sorlin a changé de nom et se nomme maintenant La Roche-Vineuse.

n'est pas à découvert actuellement, mais on peut en étudier la faune dans de nombreux blocs provenant soit des défoncements du sol pour la culture, soit d'anciennes carrières; et qui forment les murs qui séparent les terres cultivées des friches où se trouvent les carrières.

Ces blocs sont pétris de fossiles que les agents atmosphériques en rongant le calcaire ont mis en relief; mais il serait impossible de les extraire, si par bonheur leur nature siliceuse ne permettait de les obtenir par un traitement à l'eau acidulée. Cette couche n'est qu'un amas compact de fossiles; les coquilles y sont tellement agglomérées qu'on ne peut obtenir des échantillons suffisants qu'en sacrifiant beaucoup d'autres. Néanmoins, (cela donnera une idée de l'abondance des coquilles), j'ai pu, dans un morceau de pierre présentant un cube d'à peine 20 centimètres de côté, obtenir, en bon état, plusieurs centaines d'échantillons représentant près de quarante espèces dont voici la liste :

- | | |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| + <i>Pentagonaster</i> . | + <i>Camptonectes lens</i> Sow. |
| + <i>Pentacrinus (Isocrinus) bajocensis</i> D'ORB. | + <i>Entolium demissum</i> BEAN. |
| <i>Extracrinus (Pentacrinus)</i> | + <i>Oxytoma hersilia</i> D'ORB. |
| <i>Dargniesi</i> TERQ. et JOURDY. | — sp. |
| <i>Cidaris</i> sp. | + <i>Gervilleia</i> aff. <i>acuta</i> Sow. |
| + <i>Paracidaris Zchokkei</i> DESOR. | + <i>Modiola cuneata</i> Sow. |
| <i>Acrosalenia</i> . | + <i>Beushausenia subconcinna</i> |
| <i>Pseudodiadema</i> . | D'ORB. |
| <i>Terebratula</i> . | <i>Limopsis</i> cfr. <i>Lorieriana</i> |
| + <i>Natica bajocensis</i> D'ORB. | D'ORB. |
| + <i>Tornatellæa pulchra</i> E. DES- | + <i>Astarte minima</i> PHILL. |
| LONG. | — sp. |
| + <i>Trochus duplicatus</i> Sow. | + <i>Lucina</i> cfr. <i>Bellona</i> D'ORB. |
| + <i>Trochus monilitectus</i> PHILL. | — sp.? aff. <i>cardioides</i> LYC. |
| <i>Onustus ornatissimus</i> D'ORB. | non d'Archiac. |
| + <i>Delphinula Davousti</i> D'ORB. | <i>Tancredia brevis</i> MORR. et |
| + <i>Cerithium muricatum</i> Sow. | LYC. |
| (plusieurs autres espèces de | <i>Cyprina</i> aff. <i>trapeziformis</i> |
| gastropodes). | ROEM. |
| + <i>Ostrea acuminata</i> Sow. | <i>Corbula</i> sp.? |
| + — aff. <i>obscura</i> Sow. | + <i>Dentalium entaloides</i> E. DES- |
| (débris d'autres espèces). | LONG. |
| <i>Lima</i> . | <i>Belemnites</i> (phragmocône). |
| + <i>Limea duplicata</i> MÜNSTER. | + <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> D'ORB |
| + <i>Chlamys</i> . | (non Sow.). |
| | + <i>Garantiana Garanti</i> D'ORB. |

Il est bien évident qu'en traitant une certaine quantité de blocs de calcaire on pourrait arriver à allonger d'une façon notable la

liste ci-dessus ; mais, telle qu'elle est, elle suffit à caractériser le niveau. Une trentaine d'espèces se retrouvent dans le Bajocien de différentes régions ; et toutes celles marquées d'une croix existent dans la zone à *Parkinsonia Parkinsoni* du Mâconnais. J'appelle l'attention sur les deux caractéristiques du Bajocien supérieur : *Park. Parkinsoni* et *Garantiana Garanti*. *Ostrea acuminata* est, de beaucoup, le fossile dominant ; et nous avons bien ici une couche à *O. acuminata*, à laquelle tous les auteurs qui ont écrit sur la région se sont empressés d'appliquer le nom de « Terre à foulon »¹. Les calcaires oolithiques de la zone 3 de M. Delafond représentent pour la base le niveau à *Perisphinctes arbustigerus* du Mâconnais. Les fossiles y sont rares à Sennecey, mais dans les environs de Tournus, où apparaît déjà le faciès à *O. acuminata*, elle a fourni des Ammonites du groupe de *Per. arbustigerus* D'ORB. et d'autres espèces qui existent au même niveau dans le Mâconnais. Il est d'ailleurs assez facile de dater ces calcaires oolithiques, et de constater qu'ils sont bien la transformation de la zone à *Perisphinctes arbustigerus* du Mâconnais : Le changement de faciès se produit dans la région d'Azé à Bissy-la-Mâconnaise. C'est à partir de là qu'on voit apparaître un faciès oolithique avec nombreux fossiles brisés ou déformés, qu'on peut encore arriver à reconnaître ; plus au Nord les fossiles ne peuvent plus être séparés de la roche et la détermination en est impossible.

Par ce qui précède, on peut voir que la couche à *Ostrea acuminata* de Sennecey-le-Grand repose sur un calcaire qui représente le niveau à *Teloceras Blagdeni* et *Strenoceras subfurcatum*, et est recouverte par l'équivalent de la zone à *Per. arbustigerus*. Son horizon exact est donc bien nettement établi et par sa place dans la série et par sa faune. C'est le prolongement de la zone à *Park. Parkinsoni* et *Lissoceras oolithicum* du Mâconnais, c'est-à-dire le Bajocien supérieur du Calvados.

Continuant vers le Nord et passant dans la Côte-d'Or, nous voyons que sur le calcaire à Polypiers qui correspond pour une bonne partie au calcaire à Polypiers du Mâconnais, repose un calcaire fissile grisâtre contenant comme caractéristiques² : *Amm. Humphriesianus* Sow., *Amm. Banksi* Sow.³, *Amm. Brochi* Sow., *Am. Tessonianus* D'ORB., *Am. contractus* Sow.

1. BERTHAUD (*loc. cit.*, p. 150) parle du niveau à *O. acuminata* de Sennecey-le-Grand, mais il le confond avec le niveau à *O. obscura* du Mâconnais qui lui est inférieur comme nous l'avons vu précédemment.

2. COLLENOT. Descr. géol. de l'Auxois. *Soc. des Sc. nat. de Semur*, 1869, p. 94-95.

3. Probablement *Am. Blagdeni* Sow.

(*A. Säuzei* D'ORB.). Cette zone, pour les anciens géologues bourguignons, termine dans la Côte-d'Or le Bajocien.

Le Bathonien¹ débute par des calcaires roux marneux à *Homomya gibbosa*, dont les principaux fossiles sont : *Nautilus clausus* D'ORB., *Amm. Martinsi* D'ORB., *Trigonia costata* SOW., *Homomya gibbosa* SOW., *Hom. Vezelayi* LAJ., *Ostrea acuminata* SOW.

Puis viennent des assises marneuses, plus ou moins puissantes, ne dépassant guère 12 mètres. Dans certaines localités elles présentent un faciès oolithique avec divers bancs lumachelliques intercalés. Fossiles principaux :

Amm. Parkinsoni SOW. ?, *Am. Garantianus* D'ORB., *Am. discus*, SOW., *Ostrea acuminata* SOW., (arrivée à son maximum de développement, *loc. cit.*, p. 23), *Terebratula Mandelslohi* OPP., *Tereb. Waltoni* DAW., *Tereb. subbucculenta* CHAP. et DEW., *Tereb. Cadomensis* DESL., *Tereb. conglobata* DESLONG., *Tereb. Ferryi* DESLONG., *Hemithyris spinosa* SCHLOT... « et aussi divers échinides parmi lesquels nous citerons : *Collyrites ringens* DESM., *Clypeus Osterwaldi* DESOR., *Clyp. Martini* COTT., *Echinobrissus Burgundiae* COTT., *Echinobrissus amplus* AG., *Galeropygus Nodoti* COTT., *Hyboclypeus ovalis* WRIGHT, et *Pygaster laganoides* AG., espèces qui toutes surgissent et semblent s'éteindre à ce niveau » (MARTIN, *loc. cit.*, p. 23).

Une zone à *Pinna ampla* et *Pholadomya bucardium* qui vient ensuite se compose de « calcaires gris-jaunâtres à pâte très fine, généralement marneux et gélifs vers la base, plus secs et plus résistants vers le sommet où ils passent insensiblement aux calcaires de la zone suivante (Martin, *loc. cit.*, p. 27-28). Les principaux fossiles sont :

Amm. Martinsi D'ORB., *Amm. Parkinsoni* SOW., *Amm. Braikenridgi* SOW., *Belemnites giganteus* SCHLOTH., *Bel. bessinus* D'ORB., *Bel. unicanaliculatus* HART., *Pholodomya bucardium* AGAS., *Pleuromya elongata* MÜN., *Ostrea acuminata* SOW.

Ces trois zones sont réunies sous le nom de *Fuller's Earth*².

Ce Fuller's Earth est surmonté par un calcaire jaunâtre dont la base est difficile à séparer minéralogiquement de la troisième zone qui précède.

L'unique Ammonite citée est *Amm. arbustigerus* D'ORB.³.

1. MARTIN. Descr. du groupe Bathonien dans la Côte-d'Or. *Mém. de l'Académie de Dijon*, 1879.

2. COLLENOT. *Op. cit.*, p. 105.

3. Peut-être pourrait-on retrouver, dans les échantillons de cette espèce, les différentes variétés qui n'avaient pas encore été distinguées au moment où M. Martin a écrit son travail.

Si nous comparons les terrains de la Côte-d'Or avec ceux du Mâconnais qui ont servi de point de départ, nous voyons une série de couches qui [en tenant compte naturellement de l'écart qui peut se produire pour l'apparition des faunes entre deux régions assez éloignées l'une de l'autre] peuvent se paralléliser ainsi :

MACONNAIS (<u>Lissajous</u>)	CÔTE-D'OR (<u>Collenot et Martin</u>)
Couches à <i>Perisphinctes arbustigerus</i> .	Calcaires à <i>Amm. arbustigerus</i> .
Couches à <i>Park. Parkinsoni</i> et <i>Liss. oolithicum</i> .	Calcaires à <i>Pinna ampla</i> . Marnes à <i>Ostrea acuminata</i> .
Couches à <i>Teloc. Blagdeni</i> et <i>Stren. subfurcatum</i> .	Calcaires à <i>Homomya gibbosa</i> . Calcaires à <i>Gervillies</i> .
Calcaire à Polypiers et à Entroques ou zone à <i>Otoites Sauzei</i> .	Calcaire à Polypiers. Calcaire à Entroques ¹ .

Ma manière de voir semble confirmée par deux notes de M. Collot, professeur de géologie à l'Université de Dijon. La première sur un « Reptile jurassique trouvé à Saint-Seine-l'Abbaye² », dans laquelle l'auteur exprime l'opinion que les Couches à *Ostrea acuminata* de la Côte-d'Or, étant donné les Ammonites qu'on y rencontre, représentent l'oolithe de Bayeux. L'équivalent des marnes de Port-en-Bessin est le calcaire blanc-jaunâtre à *Amm. arbustigerus*. Dans la seconde note, extraite du *Bulletin de la Carte géologique*³, M. Collot affirme que « l'assise renfermant *Ostrea acuminata* en Bourgogne est l'équivalent latéral de l'oolithe de Vandenesse et forme le sommet du Bajocien, tandis que le Bathonien ne doit commencer qu'avec les calcaires cendrés hydrauliques ou calcaire blanc-jaunâtre des anciens auteurs ».

1. J'ai pu voir moi-même à Alise-Sainte-Reine, que le calcaire à Entroques de la Côte-d'Or est à gros éléments, des plus semblables à celui de la zone à *O. Sauzei* du Mâconnais. Ce qu'on appelait autrefois calcaire à Entroques dans le Mâconnais représente les assises allant de la zone à *Ludw. concava* à la zone à *Otoites Sauzei* exclusivement, et correspondent assurément à la zone à *Amm. Murchisonæ* et au calcaire marbre de la Côte-d'Or. Le vrai niveau d'*Amm. Murchisonæ* est la zone à *Cancellophycus scoparius*. A l'époque où M. Collenot publiait son travail, on ne voyait pas d'autres espèces dans le Bajocien inférieur qu'*Amm. Murchisonæ* Sow. et *Amm. Sowerbyi* MILLER. Différents auteurs, et en particulier S. S. Buckmann, ont fait voir quel nombre considérable de bonnes espèces pouvaient être distinguées dans les deux formes ci-dessus.

Je ne crois pas que le Bajocien de la Côte-d'Or ait été étudié bien à fond au point de vue paléontologique. Il serait peut-être possible d'y retrouver, comme on l'a fait dans différentes régions environnantes, les zones classiques de la partie inférieure.

2. *Mém. de l'Académie de Dijon*, T. X, 4^e série, 1905.

3. Mai 1906.

Les couches qu'on a appelées *Fuller's Earth* dans Saône-et-Loire et la Côte-d'Or sont donc bien l'équivalent du Bajocien supérieur mâconnais, lequel se parallélise parfaitement avec celui du Calvados.

Si nous examinons les différents travaux où sont étudiées les couches à *Ostrea acuminata*, nous voyons que la présence abondante de ce fossile a porté les auteurs à considérer comme base du Bathonien les couches qui le contiennent, malgré la présence d'ammonites, toujours les mêmes : *Park. Parkinsoni* Sow., et *Garantiana Garanti* D'ORB., qui caractérisent un niveau inférieur, et une faune dont la plupart des espèces sont plutôt bajociennes que bathoniennes. Je ne puis passer en revue tous ces travaux, qui d'ailleurs sont bien connus des géologues ; j'en citerai cependant quelques-uns pour appuyer mon argumentation¹. Terquem et Jourdy, dans leur monographie de l'étage Bathonien dans le département de la Moselle², font terminer l'étage Bajocien par un calcaire à Polypiers sur lequel repose une couche contenant, avec de nombreuses *Ostrea acuminata*, *Ammonites subfurcatus* ZIET. et *Am. Blagdeni* Sow. C'est leur première zone du Bathonien. Vient ensuite une deuxième zone à *Amm. Parkinsoni* Sow., *A. deltafalcatus* QU., *A. Tessonianus* D'ORB., *A. neuffensis* OPP., toutes espèces bajociennes ; avec également une grande abondance d'*Ostrea acuminata* dans certains bancs.

Il est de toute évidence que ces deux zones représentent bien par leurs Ammonites caractéristiques le Bajocien supérieur.

La zone à *Ammonites quercinus*³ TERQ. et JOURDY, en partie sinon en entier, est l'équivalent de la zone à *Per. arbustigerus* du Mâconnais.

M. Steinmann⁴ divise le Vésulien en deux zones. L'inférieure, dans laquelle il place les Bifurcaten-Schichten de Quenstedt, représente une bonne partie de notre zone à *Teloceras Blagdeni* et *Strenoceras subfurcatum*. La supérieure, qui comprend la Parkinson-Oolith, est bien l'équivalent de notre zone à *Park. Parkinsoni* ; et Quenstedt y cite *Lissoceras oolithicum* D'ORB. que nous retrouvons ici.

1. M. Petitclerc, dans une note sur le Vésulien de la côte d'Andelarre (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1^{er} mars 1902, p. 90), cite une grande partie des auteurs qui se sont occupés du Vésulien ; niveau qu'ils ont assimilé au Fuller's Earth ou Bathonien inférieur. Pour M. Petitclerc, le Vésulien est la base du Bathonien ; il n'en cite qu'une Ammonite : *Cosmoceras Garanti* D'ORB.

2. *Mém. Soc. géol. de France*, (2), IX, 1869.

3. Espèce du groupe de *Perisphinctes arbustigerus* D'ORB.

4. Zur Kenntniss des Vesulians im Sudwestlichen Deutsch. *N. Jahrb.*, 1880.

Le Dentalien-Thone du sommet équivaut à la base de notre zone à *Per. arbustigerus*, car Quenstedt donne parmi les caractéristiques *Amm. euryodos* QUENST. qui est la même espèce que *Zigzagiceras Zigzag* D'ORB.

Un travail important de M. Oskar Schlippe : « Die Fauna des Bathonien in oberrheinischen Tieflande »¹ mérite d'être cité. Il s'y trouve un tableau comparatif des zones bathoniennes qui me paraît contenir des inexactitudes, en particulier dans le parallélisme entre l'Alsace et l'Angleterre. On y voit assimiler les « *Bifurcaten-Schichten* » au *Fuller's Earth* anglais et les « *Schichten des Stephanoceras subcontractum* » (sommet du Bathonien pour M. Schlippe) au Cornbrash. La zone à *Stephanoceras subcontractum* représentant en Angleterre le *Fuller's Earth rock*, on peut juger de la valeur du reste du parallélisme donné dans ce tableau.

Notons en passant que les lumachelles à *Ostrea acuminata* sont placées par cet auteur à la base de l'*Hauptrogenstein* qui représente ici en réalité l'horizon de *Park. Parkinsoni*. Chez cet auteur encore semble dominer le souci de paralléliser les lumachelles à *Ostrea acuminata* avec les lumachelles anglaises.

Je dois également mentionner le travail de M. Riche sur le « Jurassique inférieur du Jura méridional »², dans lequel les terrains étudiés ont la plus grande analogie avec ceux du Mâconnais par l'ensemble de leur faune et beaucoup de leurs faciès ; et qui pourra servir à relier notre région avec le Jura septentrional.

Dans cet ouvrage, M. Riche donne comme niveau terminal de son Bajocien un calcaire à Entroques (calcaire spathique) ou à Polypiers³, que je n'hésite pas à considérer comme étant synchrone de la zone à *Otoites Sauzei* du Mâconnais.

Il contient une faune qui, en grande partie, se retrouve dans le Mâconnais⁴. Entre cette assise et le Choin⁵ qui se montre ici avec des caractères identiques et les mêmes couches supérieures à *Opp. aspidoides*, nous voyons une série de niveaux que leur place seule entre des horizons de même époque permettrait de paralléliser, si les faunes n'étaient presque identiques dans les

1. *Abhandlungen zur Geol. specialkarte v. Elsass-Lothringen*, Strasbourg, 1888.

2. RICHE. Thèse. Paris, 1893.

3. Sauf pour l'extrémité sud-ouest du Jura méridional où, sur le calcaire à Entroques, reposent des calcaires compacts grisâtres avec *Cosmoceras Garanti* D'ORB., et *Cosmoceras subfurcatum* ZIET., et dont l'équivalence avec le Bajocien supérieur est évidente.

4. J'ai trouvé ici « *Cerithium colognacense* » RICHE (*op. cit.* p. 95) spécial au calcaire à Polypiers dans le Jura méridional.

5. Voir pour le terme *Choin* : RICHE, *op. cit.*, p. 204.

deux régions. Je crois donc pouvoir proposer le tableau comparatif suivant :

JURA MÉRIDIONAL	MÂCONNAIS
6 Zone à <i>Oppelia aspidoides</i> ¹ .	Zone à <i>Oppelia aspidoides</i> .
5 Choin.	Choin.
4 Niveau inférieur à <i>Collyrites analis</i> .	Zones à <i>Perisphinctes arbutigerus</i> .
3 Grande oolithe.	Zone à <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> .
2 Assises du <i>Pecten exaratus</i> .	Zone à <i>Strenoceras subfurcatum</i> et <i>Teloceras Blagdeni</i> .
1 Calcaire à Polypiers et calcaire spathique.	Calcaire à Polypiers et à Entroques ou zone à <i>Otoites Sauzei</i> .

En étudiant les faunes des deux régions, nous voyons que le Mâconnais l'emporte de beaucoup par sa richesse en espèces ; en particulier en Céphalopodes. La couche 2 a fourni à M. Riche² 24 espèces, plus des Bryozoaires indéterminés. Dans le Mâconnais, j'ai pu y relever environ 80 espèces³. Dix-sept sont communes aux deux régions et parmi elles *Parkinsonia planulata* QUENST.

La couche 3 est encore plus riche dans le Mâconnais ; j'en connais au moins 160 espèces. Dans le Jura, M. Riche en cite⁴ 49 espèces, plus des Spongiaires, des Polypiers et des Bryozoaires indéterminés. Trente-quatre espèces sont communes aux deux régions ; entre autres *Parkinsonia Parkinsoni* SOW. in D'ORB. *Park. ferruginea* OPP.

M. Riche a recueilli dans la couche 4, 24 espèces⁵ dont une dizaine seulement se retrouvent dans le Mâconnais, parmi lesquelles : *Opp. aspidoides* OPP., *Sphæroceras bullatum* D'ORB., *Perisphinctes subbackeriæ* D'ORB. ; mais notre région montre une faune beaucoup plus riche, surtout en Céphalopodes. La liste des

1. J'ai fait voir précédemment qu'*Opp. aspidoides* ORR. n'est pas une très bonne espèce caractéristique ; je proposerais pour la remplacer *Hecticoceras retrocostatum* A. DE GROSSOUVRE qui, à ma connaissance du moins, est absolument localisée à ce niveau.

2. *Op. cit.*, p. 168.

3. Je ne puis citer ici toutes les espèces récoltées dans le Mâconnais ; on en pourra trouver des listes dans les travaux de M. de Ferry, *op. cit.* ; BERTHAUD, *op. cit.*, LISSAJOUS, *op. cit.*

4. *Op. cit.*, p. 190 et 198.

5. *Op. cit.*, p. 216 et suiv.

fossiles que j'y ai remarqués compte déjà plus de 70 espèces, dont une quarantaine d'Ammonites.

Je crois inutile de mentionner un plus grand nombre de travaux ; les citations que j'ai faites me paraissent suffisantes pour aider à l'interprétation des niveaux équivalents dans d'autres régions.

CONCLUSIONS

Ostrea acuminata Sow. a eu une durée assez longue. Elle est citée, en Angleterre, de la zone à *Parkinsonia Parkinsoni* à la zone à *Macrocephalites macrocephalus* inclusivement¹. Elle a trouvé à des époques différentes suivant les régions, des conditions très favorables à sa propagation, au point de remplir presque à elle seule certains niveaux.

En Angleterre, l'horizon où elle abonde le plus est à la base du Bathonien ; et elle y est prise comme caractéristique. Le souci de paralléliser avec les couches anglaises les terrains des autres pays l'a fait considérer comme également caractéristique sur le continent ; et, toutes les fois qu'on l'a trouvée en abondance, on s'est cru en présence du Bathonien inférieur, et cela malgré la présence d'Ammonites bajociennes.

Ostrea acuminata Sow. pourra peut-être servir de caractéristique locale pour une région connue et dont les niveaux sont bien repérés ; mais pas de caractéristique générale.

Sur le continent, cette Huître a eu à peu près la même durée qu'en Angleterre ; mais les lumachelles apparaissent plus bas. Les premières couches où elles sont signalées représentent l'horizon de *Strenoceras subfurcatum*² ; mais c'est au niveau de *Parkinsonia Parkinsoni* qu'elles semblent se montrer le plus souvent. Il n'y a pas généralement de lacune affectant tantôt le Bajocien supérieur, tantôt le Bathonien inférieur, ainsi que paraîtraient l'indiquer un certain nombre de travaux sur le sujet qui nous occupe. Ces lacunes auraient une telle régularité que là où manque soi-disant le Bajocien supérieur, le Bathonien inférieur est plus développé inférieurement et lorsque le Bajocien supérieur est au complet, c'est le Bathonien inférieur qui se trouve réduit.

Le *Vésulien* (marnes vésuliennes, marnes de Plasne, marnes à *Ostrea acuminata*, Fuller's Earth, terre à foulon) n'est pas l'équiva-

1. H. B. WOODWARD : The jurassics rocks of Britain. *Mem. Geol. Survey*, 1894, p. 566.

2. Voir : TERQUEM et JOURDY, RICHE, *op. cit.*, etc.

ANGLETERRE (S. S. Buckman).		CALVADOS (Deslongchamps, Bigot).	CÔTE-D'OR (Collenot.Martin).	SAÔNE-ET-LOIRE Sennecey-le-Gr. (Delafond, Lissajous).	SAÔNE-ET-LOIRE Mâconnais (Lissajous).	JURA MÉRIDIONAL (Riche).	MOSELLE (Terquem et Jourdy).	
GREAT OOLITE FULLER'S EARTH ROCK	subcontractum	Oolithe miliare.	Grande oolithe.	—	Choin.	Choin.	—	
		Calcaire marneux de Port-en-Bessin et Calcaire de Caen. (Fuller's Earth.)	Calcaire à <i>Amm. arbuscigerus.</i>	Calcaires oolithiques.	Macrocephalites <i>Morrisi.</i> <i>Sphaeroceras bullatum.</i> <i>Opp. fusca.</i> <i>Perisphinctes arbuscigerus.</i> et variétés.	Calcaire à rognons de silex. Niveau inférieur à <i>Collyrites analis.</i>	Zone à <i>Ammonites quercinus.</i>	
STONESFIELD SLATE	<i>gracilis</i>	Oolithe blanche.	Bathonien inférieur (Fuller's Earth) <i>O. acuminata</i>	Calcaires lumachelles à <i>Ostrea acuminata.</i>	Calcaire marneux blanc jaunâtre. <i>Calcaire marneux blanc jaunâtre.</i>	BATHONIEN SUPÉRIEUR	Zone à <i>Park. Parkinsoni</i> et <i>Liss. oolithicum</i> (rares <i>O. acuminata.</i>)	Zone à <i>Ammonites Parkinsoni</i> (<i>O. acuminata.</i>)
LOWER FULLER'S EARTH	<i>O. acuminata</i>								Calcaires à Homomya gibbosa et calcaires à Gervillies.	Calcaires à silex. Zone à Strenoc. subfurcatus et Teloc. Blagdeni.	Assises du Pecten exaratus. (O. acuminata)	Zone à Ammonites subfurcatus. (O. acuminata.)
UPPER INFERIOR OOLITE	VESUVIEN	Oolithe ferrugineuse (zone à <i>Am. subfurcatus</i>).	Calcaires à <i>Homomya gibbosa</i> et calcaires à Gervillies.	Calcaires à Brachiopodes.	Calcaire marneux blanc jaunâtre. <i>Calcaire marneux blanc jaunâtre.</i>	BATHONIEN INFÉRIEUR	Zone à <i>Park. Parkinsoni</i> et <i>Liss. oolithicum</i> (rares <i>O. acuminata.</i>)	Zone à <i>Ammonites Parkinsoni</i> (<i>O. acuminata.</i>)
MIDDLE INFERIOR OOLITE	BADJOIEN	Conglomérat à nodules ferrugineux.	Calcaire à Polypiers.	Calcaires à Entroques.	Calcaires à Entroques et à Polypiers. (zone à <i>O. Sauzei</i>).	Calcaire à Polypiers.	Calcaires à Polypiers.	

lent du Fuller's Earth anglais, mais un dépôt, formé dans des conditions analogues, et correspondant au Bajocien supérieur.

Ce terme *Vésulien* semble donc être d'une utilité médiocre, comme un certain nombre d'autres servant à désigner des faciès régionaux et dont la nécessité est contestable. Je ne vois pas ce qui pourrait m'empêcher, si je voulais suivre l'exemple donné, de créer un nom de plus pour le faciès à fossiles siliceux de Sennecey-le-Grand.

Je crois donc pouvoir établir le tableau comparatif ci-contre, mais en faisant observer qu'il faut laisser, au point de changement des zones, suivant les régions, une certaine latitude; car il n'est évidemment pas possible d'établir un parallélisme pour ainsi dire tracé à la règle.

Je dois à l'obligeance de M. S. S. Buckman la série des zones anglaises: les zones des autres régions sont données d'après les divers ouvrages cités précédemment, et aussi en grande partie d'après mes observations personnelles.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES DE CAPTURE DANS LE BASSIN PARISIEN

PAR **A. Guillerd.**

M. W. M. Davis¹ a signalé les phénomènes de migration des lignes de faîtes et de capture qui se sont accomplis vers les temps tertiaires en Champagne. Nous ne rappellerons que brièvement ces événements dans la limite où M. Davis les a étudiés et qui, ainsi considérés, intéressent les rivières du Surmelin, du Petit et Grand Morin.

M. Albert de Lapparent² a rattaché ces modifications à l'époque géologique qui a suivi la vidée sur la Loire du grand lac oligocène de Beauce et a vu par une série de relèvements vers le NE. le fond de l'ancienne pénéplaine porté à la cote 180-210 où on la trouve aujourd'hui.

A la suite de ce déplacement négatif du niveau de base les rivières ont commencé un nouveau cycle creusant à nouveau leurs anciens lits et s'allongeant sur le territoire asséché. Le travail d'érosion s'est poursuivi d'une façon inégale en raison des condi-

1. M. DAVIS. La Seine, la Meuse et la Moselle. *Annales de Géographie*, V, p. 25, 1895.

2. A. DE LAPPARENT. *Géographie physique*.

tions génétiques des territoires déterminant ou accentuant la falaise d'Ile-de-France qui domine la plaine crayeuse de Champagne.

M. Davis a montré qu'entre la Marne et l'Aube, trois rivières ont dû exister : la première était constituée par les eaux du Surmelin prolongé par la Soude, la deuxième comprenait le Petit Morin continué par la Somme et le ruisseau de Vaurefroy et la troisième réunissait le Grand Morin, le ruisseau des Auges et la Maurienne.

Alors que ces cours d'eau cherchaient à entamer la falaise tertiaire très résistante, à la faveur d'un facile affouillement de la craie, le long de la falaise, deux affluents subséquents se formaient qui devaient être la Somme-Soude tributaire de la Marne et la Superbe affluent de l'Aube.

Nous n'entrerons pas dans le détail des procès par lesquels la Somme-Soude décapitait le Surmelin et le Petit Morin, la Superbe capturait le tronc supérieur du Grand Morin dont une partie, le ruisseau des Auges, devenait obséquente, ni les formes topographiques qui justifient et expliquent ces phénomènes.

C'est entre le Grand Morin et le Montois, au bord oriental de la falaise, que se placent nos observations.

Un affluent du Grand Morin, l'Aubetin qui s'y jette à Pommeuse et prend sa source à Saint-Genest-Bouchy, offre sur les 64 km. de son cours tous les caractères d'une rivière déchée.

L'Aubetin n'est plus guère pérenne que sur le tiers inférieur de son cours, et sur la partie antérieure il est plus ou moins obstrué par les apports des petits affluents latéraux. Entre Courtacon et Augers, sur plusieurs kilomètres, il entretient une zone marécageuse. D'une façon générale sa vallée est tout à fait disproportionnée avec l'insignifiant cours d'eau qui la parcourt actuellement; elle est, de plus, marquée par un alluvionnement assez puissant que n'explique pas son importance actuelle. Fait digne de remarque, cet alluvionnement se poursuit notablement en amont des sources actuelles de l'Aubetin. Tout fait pressentir une rivière amoindrie par un phénomène de capture.

En effet, en considérant la Noxe, affluent subséquent de Seine, nous voyons que cette rivière, à allure torrentielle, est venue par érosion régressive entamer la falaise tertiaire en voie de soulèvement.

C'est par une véritable coupure, signe d'une modification récente, qu'elle remonte de la vallée de Seine à la fontaine Vannoise qui est sa source pérenne. Mais en poursuivant le thalweg en amont de cette source, nous le voyons entamer à son tour le

plateau, entrer en pleine formation ludienne, jusqu'aux environs de « La Forestière » vers un point les « Aiglots », abîme long de 300 m. sur 100 m. de large et 20 m. de profondeur.

Ce gouffre, le plus remarquable, croyons-nous, du Bassin parisien, se trouve précisément à notre sens, au « coude de capture » où l'Aubetin a été décapité par la Noxe de ses eaux supérieures qui lui étaient fournies par les ruissellements et les étangs de la forêt de la Traconne. Comme on le voit ce phénomène de capture superficielle a été aggravé par une capture souterraine, la relation existant entre la perte des Aiglots et les sources de la vallée de la Noxe ne faisant aucun doute, ainsi que nos diverses observations — relations de turbidité, température, résistivité électrique — nous l'ont démontré.

Il est possible que la capture prépondérante ait été souterraine comme dans le cas de stade moins avancé que M. Fournier a décrit sur le ruisseau de Serre affluent de l'Aveyron et se perdant au profit de la vallée du Lot¹.

Nous avons pu voir en effet, au cours de cette dernière saison humide, la région de La Forestière, écouler sur la Noxe, venant de la forêt de Traconne, environ 1 000 litres à la seconde, dont 500 passaient par la voie souterraine. Les Aiglots à eux seuls absorbaient environ 3 à 400 litres et 150 s'échappaient directement du gouffre gorgé par le « détourneur subséquent ».

A la suite de l'ablation de ses eaux de tête et comme il est général, l'Aubetin s'est raccourci au-dessous du coude de capture. Son thalweg est de nouveau très affirmé à 3 km. de ce point et à peine un seuil de 12 m. sépare les troncs principaux des deux cours d'eau. Les ruissellements affluents qui remontent ces pentes ne sont, par endroits, séparés sur quelques centaines de mètres à peine, que par des différences de cote de 2 m.

Si comme on le pense généralement, on peut voir, dans la distance qui sépare le cours d'eau amoindri du coude de capture, une expression de l'âge du phénomène, nous estimons que la décapitation de l'Aubetin doit être relativement récente ainsi que l'absence d'un ruisseau obséquent au coude de capture en témoigne également.

Enfin nous avons dit qu'une tradition très tenace dans la région veut que l'Aubetin ait été une rivière puissante². Nous pensons

1. E. FOURNIER. SUR un nouvel exemple du phénomène de capture des cours d'eau superficiels par érosion souterraine. *B. S. G. F.*, (4), t. II, 1902, p. 380.

2. Jusqu'en 1695, l'Aubetin a entretenu l'une des plus grandes nappes d'eau du gouvernement général de la Champagne. V. PLESSIER. Formation simultanée du Plateau et des Vallées de la Brie.

que ces souvenirs rapportés par les hommes doivent avoir leur explication dans le fait que la capture souterraine des Aiglots a pu s'effectuer dans l'origine au profit de diaclases qui ramenaient le produit engouffré à des zones émissives tributaires du même versant ; puis progressivement ces diaclases ont entraîné les eaux jusqu'aux couches de l'Argile plastique qui affleurent dans la vallée de la Noxe ; et il est à penser que le drainage souterrain,

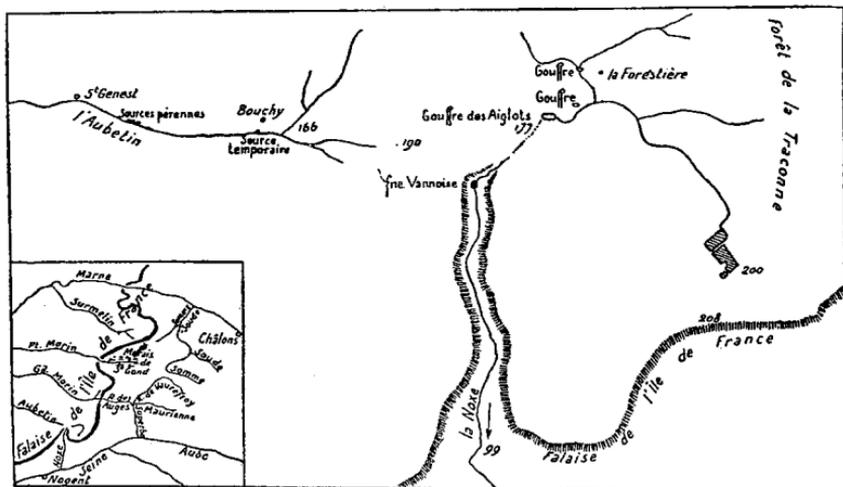


Fig. 1. — Région des sources de l'Aubetin et de la Noxe.

grossi par des captures nouvelles, s'effectuera de plus en plus en faveur de cette vallée.

L'Aubetin paraît d'ailleurs menacé sur d'autres points plus en aval et il est permis de prévoir, pour un avenir encore éloigné sans doute, la disparition de ce petit cours d'eau comme entité hydrographique.

FOSSILES DE LA CHAOUÏA (MAROC OCCIDENTAL)

RECUEILLIS PAR M. PAUL JORDAN

PAR **Henri Douvillé.**

M. Paul Jordan, ingénieur au corps des Mines, m'a remis un certain nombre de fossiles qu'il a recueillis dans la région est et nord-est de la Chaouïa.

On sait que cette région est située sur le prolongement d'une grande bande de terrains paléozoïques qu'on peut suivre depuis le Sous et qui est dirigée NNE. Le premier point fossilifère observé à l'Est de Casablanca est situé un peu au Nord de Sidi Nador, au pied du plateau crétacé ; il est constitué par des grès calcaires à *Orthis* ; sur le plateau même au Sud de la Kasba ben Ahmed affleurent les calcaires à silex déjà signalés par M. Louis Gentil, avec *Spirifer Rousseaui* VERN., *Sp. Trigeri* VERN., *Uncinulus subwilsoni* D'ORB.

Cefaisceau de couches vient couper au NNE. l'Oued Zamren et l'O. el Atteuch ; dans la première de ces vallées, M. Jordan a observé immédiatement au Nord du Fort du 8 Mars des grès à *Orthis* en couches bien réglées, dans lesquels est intercalé un banc de calcaire noir schisteux épais de 2 à 3 mètres, puis un peu au delà un calcaire à Encrines.

Plus loin, au Sud-Est du Fort Youlas, à la montée du plateau de Tafrent, se montrent des calcaires à Polypiers (*Zaphrentis?* *Metriophyllum*) et à *Chonetes*.

Le gisement le plus intéressant est situé à l'Est du Fort Gurgens, dans les escarpements de la rive droite de l'Oued Dalia, un peu en amont de la Zaouia de Sidi Amor : c'est un calcaire à texture grossièrement cristalline riche en Brachiopodes : *Spirifer secans* BARR., *Atrypa prisca* SCHL. (très commun), *Uncinulus subwilsoni* D'ORB., *Rhynchonella subacuminata* ROEMER, *Pentamerus*. C'est une faune bien différente de celle de la Kasba ben Ahmed, et rappelant celle de Konieprus.

En continuant à s'avancer dans la direction du NNE, M. Jordan a constaté que les couches s'infléchissaient dans la direction du NNW. en suivant la vallée de l'Oued Cherrat ; sur le flanc droit de cette vallée au Sud-Est et au Nord-Est du Camp Boulhaut, il a recueilli dans des calcaires noirs deux Trilobites très intéressants, *Thysanopeltis speciosa* CONRAD et *Asaphus* cf. *fecundus* BARR.

La première de ces espèces est tout à fait caractéristique du gisement de Konieprus; rapprochée du gisement précédemment cité du Fort Youlas, elle montre le développement dans toute cette région de cette faune particulière considérée aujourd'hui comme un simple faciès du Dévonien inférieur. Il serait intéressant de fixer ses rapports stratigraphiques avec le gisement de la Kasbah ben Ahmed à *Spirifer Rousseaui*.

Sur le plateau crétacé du Sud, M. P. Jordan a recueilli quelques échantillons intéressants : c'est d'abord, un peu à l'Est de l'affleurement dévonien, un calcaire grenu blanc avec *Neithea æquicostata*, *Pycnodonta* cf. *vesiculosa*, *Pterodonta* qui paraît devoir être attribué au Cénomancien; près de la Kasbah même, dans les terres rouges de la surface, il a été ramassé une Ammonite assez usée ayant l'apparence d'un *Acanthoceras*. En la cassant avec précaution il a été possible de dégager les tours internes qui montrent (au diamètre de 4 centimètres) un ombilic étroit de 8 millimètres autour duquel on distingue une couronne de 7 gros tubercules allongés, de chacun desquels partent 2 ou 3 grosses côtes un peu infléchies en avant dans la région siphonale. Au tour suivant les tubercules ombilicaux disparaissent, mais les côtes persistent. Cette forme est voisine des *Fagesia* et en particulier de *F. thevestensis* PERON; elle est bien certainement turonienne.

On voit que ces observations viennent confirmer entièrement celles qui avaient été faites antérieurement par notre confrère M. L. Gentil¹; elles les complètent en montrant l'extension dans la région nord du faciès de Konieprus.

M. Louis Gentil est heureux d'apprendre les belles trouvailles de l'ingénieur Paul Jordan, en Chaouïa, et l'importance des déterminations de M. Henri Douvillé. La faune dévonienne de l'oued Cherrat confirme la détermination d'âge qu'il a donnée aux calcaires qui se poursuivent dans cette vallée, elle appuie également la faune coblentzienne qu'il a découverte à Djemâ Salinin¹.

M. Gentil est également heureux de voir constatée, par un observateur distingué, la disposition tournante de la chaîne hercynienne qui, après avoir longtemps suivi une direction varisque, prend brusquement une direction armoricaine dans les Chaouïa².

En ce qui concerne le plateau crétacé des Mzab il se félicite de voir confirmée par des fossiles l'existence présumée du Cénomancien sous le Turonien du plateau de Settât.

Quant à l'Ammonite turonienne de Ben Ahmed, rapportée par M. Jordan, elle appuie la détermination, avec figures, donnée par J. Wal-

1. L. GENTIL. Rapport sur une mission scientifique au Maroc. *Nouvelles archives des Missions scientifiques*, XVIII, 1909, p. 33-34.

2. *Loc. cit.*, p. 43-44.

ther, sous le nom d'*Acanthoceras Pfeili*, à un exemplaire trouvé un peu au Nord de la Qasba par le voyageur von Pfeil. Walther a rapproché cette Ammonite de *Acanthoceras Footeanus* STOLL. citée par M. Choffat dans le Turonien du Portugal ¹.

SUR LA PRÉSENCE DU CRÉTACÉ AUX ILES CANARIES

PAR J. Cottreau ET Paul Lemoine.

La géologie des Iles Canaries a déjà été beaucoup étudiée ². Les volcans modernes forment presque entièrement ces îles; cependant Leopold von Buch ³ y a signalé des roches anciennes (diorite, diabase) formant le soubassement de l'archipel; C. Gagel ⁴ les a récemment étudiées, puis Doelter ⁵ a mentionné l'existence de schistes et de calcaires à Mazo, l'une des îles du Cap Vert. On connaît d'ailleurs l'existence de Tertiaire (2^e étage méditerranéen) à Madère, aux Açores, à la grande Canarie ⁶.

Jusqu'à présent, à notre connaissance, le Crétacé n'a jamais été signalé dans ces archipels.

Aussi, en lisant un récent travail sur la flore des Iles Canaries ⁷, fort intéressant au point de vue des conclusions d'ordre biologique qui s'y trouvent ⁸, l'un de nous a-t-il été frappé de l'assertion qui s'y trouvait de l'existence de dépôts du Crétacé supérieur. Il a immédiatement écrit à l'auteur pour lui demander des renseignements sur cette découverte.

Voici ce que M. Pitard a bien voulu lui répondre :

« J'ai signalé avec certitude auprès de Las Palmas et à l'île de Fer (Hierro) des couches très probablement crétacées, remplies de

1. JOACHIM GRAF VON PFEIL. Begleitworte zur Routenkarte meiner Reisen in Marokko. *Mitt. d. Geog. Gesells. zu Jena*, XXI Band, 1903, p. 59-60, fig. 2-3.

2. Pour la bibliographie, voir SUSS, La Face de la Terre, édition française, Paris, A. Colin, t. II, 1900, p. 214-215.

3. LEOPOLD VON BUCH. Physikalische Beschreibung der Kanarischen Inseln. Berlin, 1825, p. 291-292.

4. C. GAGEL. Über das Grundgebirge von La Palma. *Monatsber. d. d. deutschen geol. ges.*, LX, 1908, n° 2, pp. 25-31, 1 pl. (2 photos).

5. C. DOELTER. Die Vulkane der Cap Verden und ihre Producte. Gratz, 1882.

6. A. ROTHPLETZ et V. SIMONELLI. Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria. *Zeitschr. d. deutsch. geol. ges.*, XLII, 1890, pp. 677-736, pl. XXXV-XXXVI.

7. PITARD et PROUST. Les Iles Canaries. Flore de l'Archipel. Paris, Klincksieck, 502 pp., 27 fig., sans date (préface de mars 1908; paru probablement fin 1908).

8. PAUL LEMOINE. La flore des Iles Canaries et la théorie de l'Atlantide. *La Géographie*, XX, n° 15, juillet 1909, pp. 44-47.

Bryozoaires à Las Palmas¹ et peut-être même riches en autres fossiles que je n'ai pas eu le temps de chercher.

« A Hierro, les assises calcaires étaient riches en moules internes de Mollusques divers... je possède seulement un Oursin régulier, facilement déterminable...; il vient de Valverde, à Hierro, et plus particulièrement de Barranco de la Caleta, en compagnie de bivalves, *Crassatella* et autres.

« Ce même terrain ou tout au moins un étage crétacé doit exister dans l'île de Fuerteventura, près Puerto de Cabras; car mes échantillons de Lichens rupicoles végétaient sur un calcaire blanc. Or aux Canaries les roches éruptives recouvrent à peu près tout.

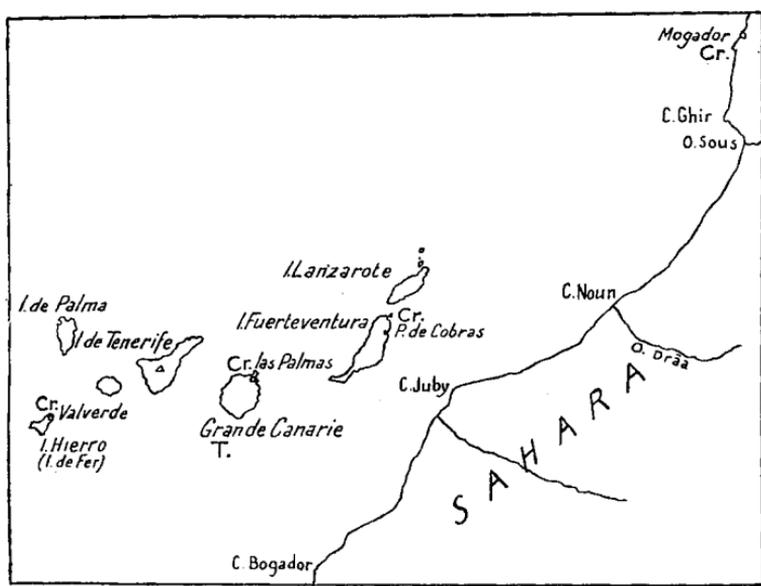


FIG. 1. — Carte schématique des Iles Canaries avec l'indication des gisements crétacés (Cr.) et tertiaires (T).

Près de cette même ville, on remarque des grès très fossilifères, à faune probablement miocène.

« L'archipel aurait donc eu un socle sédimentaire et aurait émergé non pas au Pléistocène, mais se serait en presque totalité effondré à cette époque : l'activité volcanique correspondrait donc à un affaissement, comme toujours, et non à une émergence de cette région. »

Seul, l'Oursin nous a été communiqué.

L'existence du Crétacé aux Iles Canaries n'a pas seulement un

1. Il s'agit peut-être là des couches miocènes signalées par Rothpletz et Simonelli.

intérêt au point de vue de la géologie de cet archipel. Il en a aussi un au point de vue de la paléogéographie ; car les Canaries constituent un jalon nouveau qui relie les gisements crétacés du Maroc, désormais bien connus, dont les plus méridionaux et les plus voisins des Canaries sont ceux de l'oued Sous et le gisement de Dakar au Sénégal qu'ont fait connaître Peron¹ et M. Chautard².

Il apparaît donc de plus en plus indiscutable que la mer crétacée s'étendait fort loin dans l'Atlantique et que la séparation en deux parties du continent africano-brésilien est antérieure à cette époque.

L'unique Oursin, d'ailleurs assez bien conservé, recueilli par M. Pitard, appartient au genre *Discoidea* et à l'espèce *Discoidea pulvinata* Desor : c'est une variété de grande taille qui se caractérise ainsi :

DISCOIDEA PULVINATA DESOR var. *major*.

1847. — *Discoidea pulvinata* DESOR. Catal. raisonné des Echinides, p. 89.

1858. — *Discoidea pulvinata* DESOR. Synopsis des Echin. foss, p. 179.

1899. — *Discoidea pulvinata* DES. in FOURTAU. Revision des Echinides fossiles de l'Égypte, p. 626. *Mém. de l'Institut Égyptien*.

1901. — *Discoidea pulvinata* DES. in FOURTAU. Notes sur les Echinides fossiles d'Égypte. *Institut Égyptien*, série IV, vol. 2, p. 16, pl. I, fig. 10-12.

Discoidea pulvinata var. *major*, des Canaries, mesure : diamètre, 32 mm. ; hauteur, 24 mm.

De grande taille, renflé à l'ambitus, il présente une face supérieure légèrement subconique et une face inférieure pulvinée à bords arrondis. Le pourtour est franchement sub-polygonal, au lieu d'être arrondi comme chez l'espèce type de plus petite taille provenant d'Égypte.

L'Échinide des Canaries est un peu usé à la face supérieure qui ne montre pas tous les détails de l'appareil apical. Les aires ambulacraires atteignent une largeur de 5 mm. à l'ambitus : sur les échantillons d'Égypte elles ne dépassent pas 3 à 4 mm. Les zones porifères sont droites, les paires de pores ne se multiplient pas près du péristome ; à peine quelques-unes accusent-elles à cet endroit une très légère déviation.

1. PERON. Au sujet de l'existence du Crétacé supérieur au Sénégal. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 166-169.

2. J. CHAUTARD. Observations au sujet de la note de A. Peron sur le Crétacé supérieur du Sénégal. *Ibid.*, p. 628.

Par suite d'usure, les tubercules ne se distinguent qu'à la face inférieure et au voisinage de l'ambitus. Près du péristome il y a deux rangées ambulacraires de tubercules scrobiculés, crénelés et perforés qui se multiplient rapidement de sorte qu'on compte à l'ambitus jusqu'à six rangées verticales. L'espèce d'Égypte ne présente pas plus de quatre rangées de tubercules dans les aires ambulacraires.

La même observation s'applique aux aires interambulacraires. *Discoidea pulvinata* var. *major* des Canaries montre au voisinage de l'ambitus dix-huit rangées verticales de tubercules interambulacraires formant dans chaque plaque une rangée linéaire sauf le second et le quatrième à partir des zones porifères qui sont plus haut que les autres. *Discoidea pulvinata* d'Égypte ne possède que dix rangées verticales de tubercules interambulacraires, le second

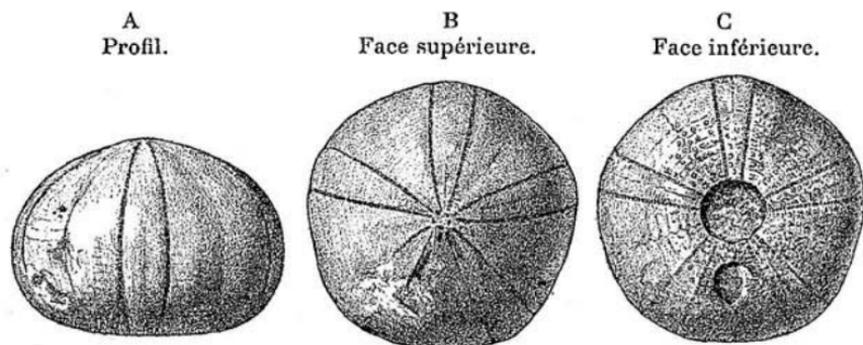


FIG. 2. — *Discoidea pulvinata* DESOR var. *major*.

NOTA. — La ligne blanche qui se remarque sur le périprocte indique son contour vrai, le test ayant été brisé sur une partie de la bordure.

tubercule seul étant plus haut que les autres. De très fines granulations remplissent les intervalles entre les tubercules.

Le péristome mesure 7 mm., on y remarque de belles entailles branchiales. Le périprocte ovale est acuminé vers l'ambitus. Il faut enfin noter des renflements très apparents dans les aires interambulacraires dus à la présence des cloisons internes caractéristiques des *Discoidea* : ces renflements observés et signalés par M. Fourtau sont encore plus sensibles sur cet échantillon.

En résumé le *Discoidea pulvinata* des Canaries diffère de celui d'Égypte uniquement par son contour franchement pentagonal, ses aires ambulacraires plus larges, ses tubercules plus nombreux. Ces caractères différentiels sont dus à la taille plus grande de l'individu. *Discoidea pulvinata* est donc représenté aux Canaries par une variété de grande taille.

LOCALITÉ. Valverde, Hierro (île de Fer), Groupe des îles Canaries.

NIVEAU. *Discoidea pulvinata* se trouve en Égypte dans le Cénomaniens moyen avec *Exogyra africana* et également au même niveau en Algérie. L'extension de cette espèce aux Canaries est importante car elle prouve l'existence du Crétacé supérieur, probablement Cénomaniens ou Turonien qui n'avait pas encore été signalé dans ces îles.

M. Louis Gentil apprend avec un réel plaisir la belle découverte de MM. J. Cottreau et P. Lemoine sur la présence du Crétacé aux Iles Canaries. Elle arrive à point pour donner un commencement de vérification à l'idée qu'il a émise dans ses communications, d'un ennoyage sous l'Océan des plis tertiaires de l'Atlas marocain entre la côte d'Agadir et les îles espagnoles.

On ne connaissait jusqu'ici dans ces dernières que du Néogène et de l'Éocène, et l'existence du Cénomaniens à Hierro est capitale au point de vue spécial de la précédente communication de M. Gentil.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA STRATIGRAPHIE ET LA TECTONIQUE DE LA CORSE ORIENTALE

PAR M. Eugène Maury.

Je me propose, dans cette note, d'exposer les observations que j'ai faites, depuis deux années, en parcourant la Corse orientale. Ces observations me permettent de préciser la stratigraphie ; et elles viennent toutes à l'appui des conclusions tectoniques auxquelles nous avons, M. P. Termier et moi, été conduits dès 1908.

I. HISTORIQUE

Parmi les travaux les plus complets qui ont été publiés sur la géologie générale de la Corse, il faut citer ceux de MM. Hollande et Nentien. Les travaux antérieurement publiés ne sont que de courtes notes, citées et résumées par ces deux auteurs.

L'ouvrage de M. Hollande¹ nous donne des renseignements assez précis sur la bande infraliasique et sur les divers niveaux miocènes. Mais les coupes trop schématiques ne fournissent qu'une idée imparfaite de la stratigraphie et surtout de la tectonique de la Corse.

M. Nentien, dans son ouvrage², s'est occupé presque exclusivement des roches éruptives et des schistes cristallins, qu'il a étudiés avec beaucoup de soin au point de vue minéralogique ; mais sa carte géologique de la Corse à 1/320 000 publiée par le Service de la Carte géologique de France est une œuvre synthétique vraiment remarquable. Cette carte a été pour moi un guide précieux dans mes recherches pour la confection des cartes détaillées à 1/80 000.

Depuis lors et jusqu'à la fin de 1907, plusieurs notes ont été publiées sur les terrains sédimentaires de l'île. Moi-même, depuis plusieurs années que je m'occupe de la géologie de la Corse, j'ai publié diverses notes ; mais, rédigées à la suite de chaque campagne, elles ont besoin d'être reprises et corrigées, car au début de mes recherches, au milieu d'une stratigraphie si confuse et si compliquée, j'ai eu des idées inexactes et erronées sur la tectonique des régions étudiées. A la fin de 1907, M. P. Termier a été

1. HOLLANDE. Géologie de la Corse. *Ann. des Sciences géol.*, IX, 1877. — Sur les gîtes métallifères. Sur les terrains tertiaires. Le littoral de la Corse s'élève depuis l'époque quaternaire. Terrains sédimentaires de la Corse. *B. S. G. F.*, (3), IV, 1875-1876, pp. 30, 34, 86, 431.

2. NENTIEN. Études sur la constitution géologique de la Corse. *Mém. Serv. Carte géol. France*, 1897.

amené, par la considération de la minute, tracée par moi, des contours géologiques de la feuille de Bastia, à l'hypothèse de l'existence de grands charriages dans la Corse orientale. Il a exposé cette hypothèse ici même ; et nous l'avons longuement discutée, lui et moi, par correspondance. Au printemps de 1908, j'ai pu me convaincre que cette idée était exacte, et que toute la tectonique corse, jusque là obscure, s'éclairait dès que l'on y introduisait la notion des grandes nappes. Dans une première note, j'ai fait connaître¹ qu'il existait en Corse des nappes de recouvrement analogues à celles des Alpes dans les *Schistes lustrés* de la région de Bastia, ces *Schistes lustrés* étant d'ailleurs le prolongement au Sud de la zone des Schistes lustrés du Piémont et de la Ligurie, auxquels ils ont été assimilés pour la première fois par M. Haug². Bien que je n'aie pu établir encore comment sont disposées exactement ces diverses nappes, moins simples que je ne croyais au premier abord, il n'est pas douteux pour moi que l'on a une succession de nappes empilées, dans le complexe des Schistes lustrés.

Mais il y a plus. Des terrains sédimentaires triasiques et infra-liasiques se trouvent en superposition directe sur les *schistes lustrés*, alors que ceux-ci représentent, comme dans les Alpes, une *série compréhensive* renfermant tout au moins les niveaux inférieurs du Secondaire, et comprennent peut-être aussi les divers niveaux créacés et peut-être même la base de l'Éocène. Il y a donc une nappe supérieure aux Schistes lustrés, reposant sur eux par une surface de charriage. En mai 1908, M. P. Termier observa que la base de cette nappe supérieure, le long de la surface de charriage, est formée par une *lame de granite écrasé*, lame dont l'épaisseur varie de zéro à plusieurs centaines de mètres. Quelques mois après, je pus constater l'exactitude de cette observation décisive, et je retrouvai à St-Florent le granite écrasé, vu par M. P. Termier à Ponte-Leccia et à Maccinaggio. Dès lors, le charriage n'était plus une hypothèse. Sur la zone des Schistes lustrés de la Corse, il y a des lambeaux, plus ou moins vastes, d'une nappe charriée, à la base de laquelle on trouve du granite³.

Si les lambeaux de granite sont très réduits et rendus le plus

1. E. MAURY. Sur la présence de nappes de recouvrement au Nord et à l'Est de la Corse. *CR. Ac. Sc.*, CXLVI, p. 945, 1908.

2. EM. HAUG. Études sur la tectonique des Alpes Suisses. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 552, 1896.

3. P. TERMIER et E. MAURY. Sur les nappes de la Corse orientale. *CR. Ac. Sc.*, t. CXLVI, 1908, p. 1426.

souvent méconnaissables à première vue, à St-Florent et au Cap Corse ; ils sont très développés dans la région de Corte que j'ai étudiée ensuite.

Depuis lors, M. Deprat ¹ a signalé plus au Sud des phénomènes semblables. Enfin, j'ai constaté que le phénomène de charriage est complexe, et que la nappe de terrains non métamorphiques est parfois double.

Je vais exposer l'allure de ces nappes à la base desquelles on trouve toujours le granite écrasé ou laminé. Nous verrons comment ce granite se relie au granite qui forme la région occidentale de l'île. Mais auparavant je veux donner un aperçu des divers étages sédimentaires.

II. STRATIGRAPHIE

Au-dessus des granites qui constituent les deux tiers de la surface de la Corse, on ne trouve d'autres terrains primaires plus anciens que le Carbonifère.

Le Dinantien se trouve aux environs de Galeria, où j'ai signalé pour la première fois la présence de marnes à *Productus semireticulatus* associés à des calcaires à Encrines déjà connus. Les autres lambeaux de Carbonifère sont nombreux dans la partie occidentale où une couche de charbon a été exploitée à Osani ; on en trouve aussi à Mausoleo, à Moltifao et à Asco sur le bord du Tartagine et de l'Asco. Ils représentent le Wesphalien avec des poudingues et des grès et le Stéphanien avec des ardoises à végétaux et assises charbonneuses surmontées encore par des grès.

Le Permien est peu distinct ; à Osani il est sous la forme de conglomérats porphyriques et dans les environs de Pontealeccia et de St-Florent il est intimement uni aux conglomérats du Trias inférieur où apparaissent des argiles violacées plus ou moins gréseuses.

Ensuite apparaît la série secondaire depuis la base du Trias jusqu'au Lias. Cette série qui forme en dehors du Tertiaire (Eocène et Miocène) une série complète non métamorphique, ne repose jamais directement sur le Carbonifère : elle est toujours sur les gneiss et granites. Le faciès des divers termes ressemble au faciès briançonnais de ces mêmes terrains dans les Alpes françaises. En dehors des fossiles de la lumachelle infraliasique depuis longtemps connus, il n'existe que les Bélemnites du Lias dans les calcaires qui la surmontent. Comme ces terrains ont participé aux

1. DEPRAT. Sur la persistance, à travers toute la Corse, d'une zone de contacts anormaux, etc. *CR. Ac. Sc.*, 12 octobre 1908.

grands mouvements de charriage avec le granite sous-jacent, la stratification est très confuse entre les divers étages. Des suppressions et des amincissements d'assises produits par les laminages intenses donnent une physionomie bien particulière à toute cette série sédimentaire.

Nous avons pu cependant y distinguer :

1° Le Trias inférieur, en général bien développé, formé à la base par les quartzites blancs de la base du Trias des Alpes, mais dont les affleurements sont très réduits ; puis des conglomérats et des grès avec des éléments formés aux dépens de toutes les roches cristallines antérieures et jamais ni schistes lustrés, ni roches vertes.

2° Le Trias moyen formé par des calcaires très durs et très compacts ayant l'aspect marbré et moucheté du calcaire coquillier de Provence.

3° Le Trias supérieur formé par des argiles jaunâtres et des barres de cargneules parfois bien développées ; mais les argiles ont le plus souvent disparu par le laminage et il n'en existe qu'un ou deux lambeaux au Nord de Soveria.

4° L'Infralias bien représenté et toujours fossilifère, constitué par des calcaires magnésiens jaunâtres et la lumachelle. Cette lumachelle contient des fossiles que l'on ne peut reconnaître qu'accidentellement, car ils sont en bien mauvais état. On y reconnaît cependant l'*Avicula contorta* PORTL., la *Terebratula gregarea* SUESS, des Pentacrines et des débris d'une *Plicatula*.

5° Au-dessus de cet Infralias on trouve un calcaire le plus souvent bréchoïde d'épaisseur très variable où j'ai trouvé des Bélemnites à formes liasiques près de Poggio d'Oletta. Ce calcaire existe aussi à Corte et à Ponteileccia. Il ressemble souvent, trait pour trait, à la *Brèche du Télégraphe* (W. Kilian) du Lias briançonnais.

Au-dessus de cette série il n'existe plus de terrains sédimentaires en dehors des Schistes lustrés qui puisse être attribué aux terrains secondaires.

Le terme le plus ancien que l'on trouve ensuite en Corse est le Calcaire nummulitique superposé à Palasca à un puissant pou-dingue ne contenant que des éléments cristallins mais surtout du porphyre.

L'Éocène est très développé dans la région de Palasca-Costifao où toutes les zones éocènes que l'on trouve en Corse sont représentées. Dans ces régions, comme nous le verrons plus tard, l'Éocène n'est limité à sa base par une surface de friction, que sur sa bordure orientale : sa bordure occidentale est enracinée dans les gneiss et les granites.

Le Calcaire nummulitique passe souvent à des dalles schisteuses et à des grès ; il comprend comme fossile caractéristique

Nummulites crassus BOUBÉE associés à d'autres formes et des *Orthophragmina* du Lutétien moyen.

Au-dessus de cet horizon bien délimité au point de vue stratigraphique, on trouve de nouveau un puissant poudingue, mais contenant des éléments calcaires récifaux qui résultent de quelque banc démantelé et remanié sur place. Il y a souvent des intercalations gréseuses, schisteuses avec marnes noires et même des calcaires (calcaire de San-Colombano). Ce poudingue est surmonté toujours d'une barre de 30 mètres d'épaisseur d'un calcaire récifal métamorphisé le plus souvent, où on trouve des débris indéterminables de Polypiers et de Bryozoaires. Enfin ce calcaire se termine par des schistes à Fucoïdes. En outre, il existe dans ces assises de grands massifs de roches vertes (gabbros, diabases, etc.).

La stratification de cette zone est assez régulière sur la bordure du massif cristallin à l'Est d'Olmi-Capella ; mais plus à l'Est, ainsi qu'à Moltifao, à Corte, à Piedigriggio et à Soveria la stratification est tout à fait confuse et ressemble à celle des terrains secondaires non métamorphiques avec lesquels l'Éocène a participé aux grands déplacements horizontaux.

Enfin, le Miocène à stratification tout à fait régulière repose en discordance sur tous les terrains que nous avons cités. Il est postérieur à la formation des nappes. Il existe à St-Florent, Ponte-leccia et Aleria. En ce dernier point, les derniers mouvements qui ont produit la surrection de la chaîne des Alpes n'ont presque pas donné de plissements, nettement accusés cependant, dans le Miocène de St-Florent et de Ponte-leccia.

III. ZONES STRATIGRAPHIQUES

Examinons maintenant comment sont distribués à la surface de l'île tous les terrains dont nous venons de parler.

La partie occidentale de l'île comprend les granites francs traversés par des filons de granulites et supportant le Carbonifère qui a été aussi traversé par les éruptions porphyriques. Puis, en allant vers l'Est, nous trouvons une bande de granite alcalin laminé (*protogine* des auteurs) se différenciant nettement du granite de la zone occidentale de la Corse. Ce granite, bien étudié par MM. Termier et Deprat¹, résulte du laminage du granite normal par suite d'actions orogéniques puissantes. M. Deprat² a étudié avec soin ses transformations et il montre qu'il se différencie de plus en plus du granite normal à mesure que l'on

1. TERMIER et DEPRAT. Le granite alcalin des nappes de la Corse orientale. *CR. Ac. Sc.*, CXLVII, 1908, p. 206.

s'éloigne vers l'Est. Cette zone des granites laminés forme une bande orientée NNW.-SSW., de plusieurs kilomètres d'épaisseur, séparant la Corse en deux régions qui sont géologiquement et minéralogiquement dissemblables. Elle s'étend au Sud jusque dans la région du Fiumorbo et vers le Nord elle se termine en coin dans les gneiss de Moltifao et de Vallica.

Ensuite vient une bande de largeur plus inégale, mais orientée de même, comprenant le granite écrasé avec sa couverture sédimentaire non métamorphique que nous avons étudiée plus haut. Puis on trouve la zone des Schistes lustrés qui s'étendent jusqu'à la côte orientale et enfin les terrains miocène, pliocène et pléistocène qui, en dehors des lambeaux de Ponteileccia et Saint-Florent, forment une bande le long de la côte.

On a donc ainsi les diverses zones suivantes en allant de l'Ouest à l'Est :

- 1° Zone des granites normaux et du gneiss avec filons de granulite et de porphyre ;
- 2° Zone du granite alcalin laminé ;
- 3° Zone du granite écrasé supportant les terrains sédimentaires non métamorphiques antérieurs au Miocène ;
- 4° Zone des schistes lustrés avec calcschistes et roches vertes ;
- 5° Zone des terrains miocène, pliocène et quaternaire.

Nous allons examiner ensuite comment se comportent ces diverses zones dans l'étude de la tectonique.

En même temps qu'une carte qui donne d'une manière générale la configuration des diverses zones dans la partie que nous avons étudiée, j'ai tracé cinq coupes (fig. 1, 3, 4, 5, 6) à travers toutes ces zones qui donnent une idée de la continuité tectonique en passant de l'une à l'autre, elles sont numérotées en allant du Sud au Nord et sont toutes approximativement dirigées de l'Est à l'Ouest. La coupe de la figure 2 représente seulement un détail de la coupe de la figure 1 dans la région de St-Florent et à une plus grande échelle.

IV. TECTONIQUE

Région de Ponteileccia, Corte et l'Ostriconi. — C'est aux environs de Ponteileccia que l'on peut le mieux se rendre compte de la disposition de la lame de granite écrasé superposée aux Schistes lustrés ; et c'est là que le granite en question a été, pour la première fois, observé par M. P. Termier. En suivant la route de Ponteileccia à Morosaglia, on traverse pendant environ quatre kilomètres les gabbros et euphotides avec quelques lambeaux de

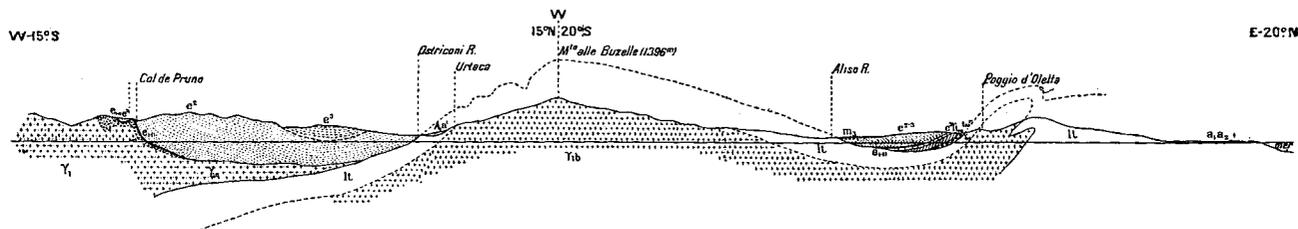


Fig. 1. — Coupe du col de Pruno (près Palasca) à Poggio d'Oletta et la mer. — 1/240 000

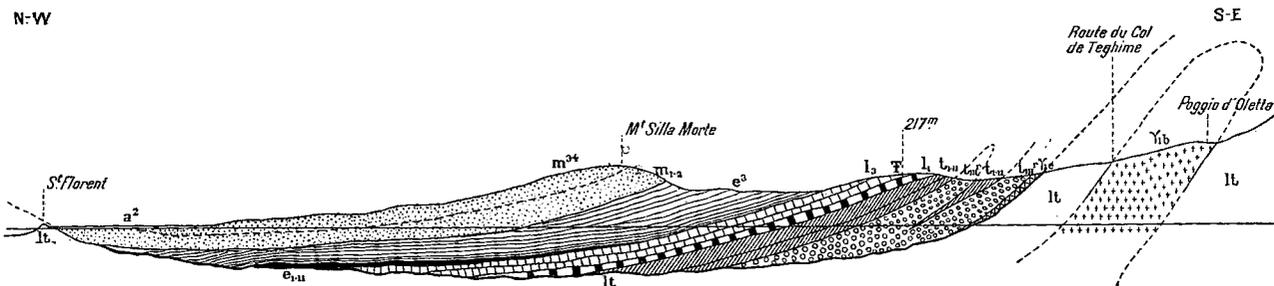


Fig. 2. — Coupe de St-Florent à Poggio d'Oletta. — 1/50 000

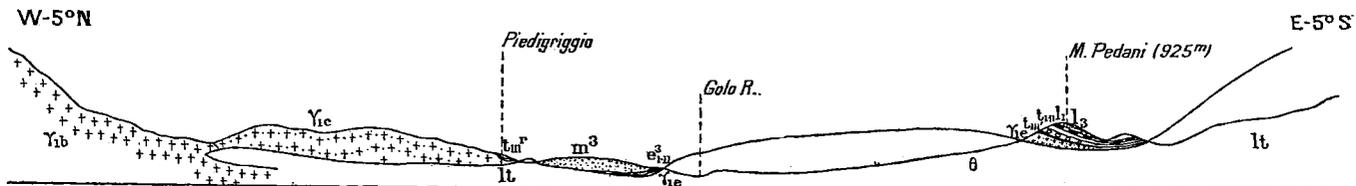


Fig. 3. — Coupe de Piedigriggio à la cime Pedani. — 1/125 000 env.

Fig. 1 à 3. — a_1 , Alluvions récentes; a_2 , Alluvions anciennes; A, Éboulis; m_{1-2} , m_{3-4} , Miocène; me^3 , Schistes à Fucoides; e^2 , Poudingue de Venaco; e^{2-3} Eocène supérieur; e_{n-1} , Nummulitique à *N. crassus*; lt , Schistes lustrés; θ , Roches vertes; l_3 , Calcaire liasique à Bélemnites; l , Lumachelle infraliasique; l_{n-1} , Trias moyen et supérieur; l_{n-2} , Trias inférieur; γ_{1c} , Granite et gneiss écrasé; γ_{1b} , Granite alcalin laminé (Protogine); γ_1 , Granite normal et gneiss.

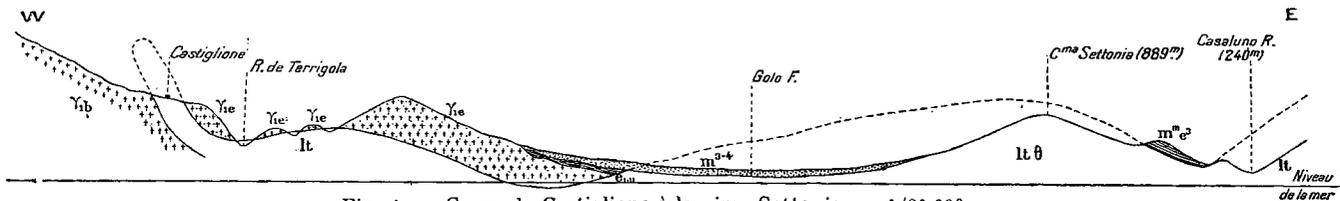


Fig. 4. — Coupe de Castiglione à la cime Settonia. — 1/80 000

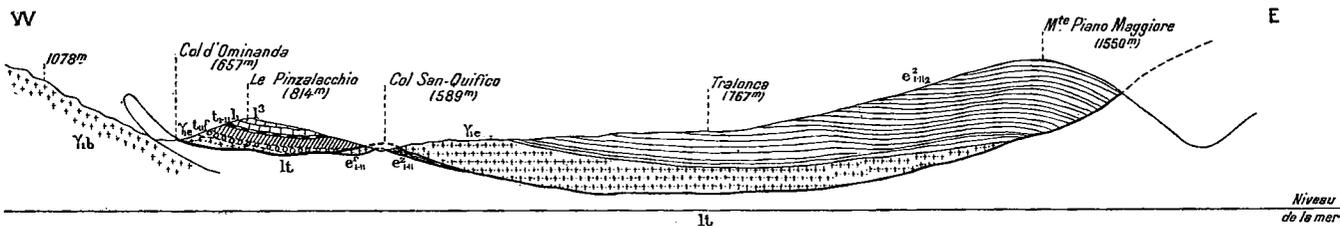


Fig. 5. — Coupe du col d'Ominanda au M^{te} Piano Maggiore par le col de San Quilico. — 1/80 000

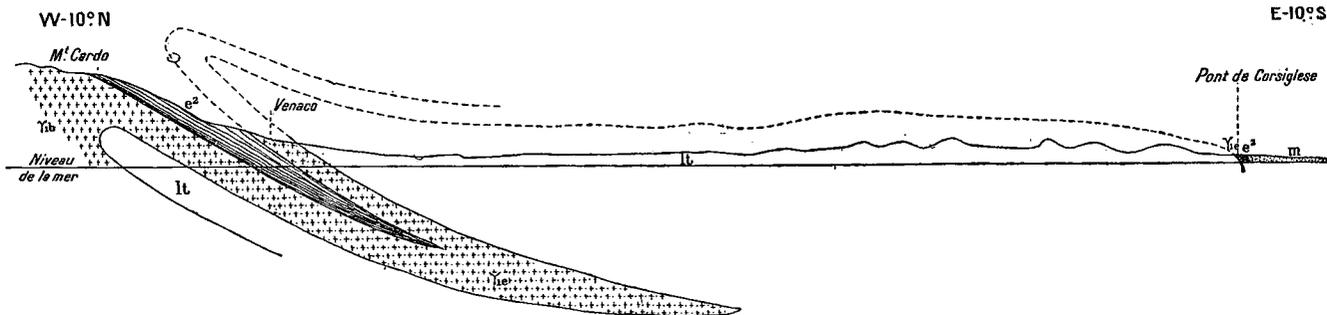


Fig. 6. — Coupe du M^{te} Cardo au Pont de Corsiglese par Venaco. — 1/100 000

FIG. 4 à 6. — *m*, *m*_{3,4}, Miocène ; *me*³, Schistes à Fucoïdes ; *e*², Poudingue de Venaco ; *e*_{1,11}, Nummulitique à *N. crassus* ; *lt*, Schistes lustrés ; *θ*, Roches vertes ; *l*₃, Calcaire liasique à Bélemnites ; *l*, Lumachelle infraliasique ; *l*_{1,11}, Trias moyen et sup. ; *l*₁₁^r, Trias inférieur ; *γ*_{1c}, Granite et gneiss écrasé ; *γ*_{1b}, Granite alcalin laminé (Protogine).

Schistes lustrés ; mais au delà du vallon qui descend du col de Riscamone le granite écrasé apparaît sur les Schistes lustrés. Si nous suivons cette limite vers l'Est à partir de ce point, on voit qu'elle passe aux cols de Riscamone et Bocca Cerna après avoir coupé plusieurs fois la route nationale. Partout le granite est nettement superposé aux Schistes lustrés, ou aux roches vertes qui accompagnent ces derniers. L'inclinaison de la lame granitique est de 20° environ vers l'Ouest. Son épaisseur à l'Ouest varie de 50 à 100 m. ; mais vers l'Est elle se réduit considérablement et tombe à 4 ou 5 m. vers Bocca-Cerna.

Au-dessus des Schistes lustrés à partir du col de Riscamone en nous élevant jusqu'à la cime (fig. 3) de Pedani, nous voyons reposer sur les granites toute une série sédimentaire non métamorphique depuis le Trias inférieur jusqu'aux calcaires liasiques ; les quartzites du Trias n'apparaissent pas dans cette coupe, mais on en rencontre des lambeaux reposant sur le granite le long de la route à l'Ouest du col. L'épaisseur et la disposition des assises ne sont pas très régulières ; elles sont très mal stratifiées et les inclinaisons varient beaucoup. Elles ont bien le caractère de roches sédimentaires profondément plissées et charriées, toutes déplacées les unes par rapport aux autres. Vers l'Est, d'une manière générale, l'épaisseur des assises se réduit beaucoup au col de Bocca-Cerna. La limite du granite et des Schistes lustrés se dirige vers le Sud-Ouest, mais bientôt le granite et le Trias inférieur disparaissent et, à la traversée de la Casaluna, les calcaires du Trias moyen reposent sur les Schistes lustrés séparés de ceux-ci par une brèche de friction où on trouve surtout des débris de Trias inférieur.

Du point de la route nationale où nous avons remarqué d'abord le granite sur les Schistes lustrés, la limite de recouvrement s'infléchit vers le Sud et les granites deviennent à peu près horizontaux ; sur la rive droite de la Casaluna s'intercalent entre le granite et les gabbros, des grès éocènes. Le granite disparaît bientôt et à la traversée de la Casaluna le Trias moyen repose sur les grès éocènes. Le long de la route qui va de Francardo à Saint-Laurent, un peu avant l'embranchement de la route de Gavignano, les terrains superposés à l'Éocène et aux Schistes lustrés ne sont formés que par le Trias moyen. Toutes les autres assises manquent, le Trias inférieur et le granite ont disparu par étirement.

Nous avons bien ici tous les caractères d'une nappe, résultat d'un pli couché fortement étiré, dont l'axe est formé par du granite recouvert par des terrains secondaires non métamorphiques.

La disparition du flanc oriental est complète et souvent par suite des étirements il existe aussi des suppressions de couches et même le granite disparaît à son tour.

Il nous reste à examiner maintenant l'origine de ce lambeau de nappe charriée. Après avoir traversé la Casaluna, les couches de calcaire triasique qui forment uniquement la nappe, remontent vers l'Ouest et le grès éocène disparaît, de sorte que le Trias repose directement sur les gabbros. Mais au col de la Croix de Settonia, le Trias fait place à l'Éocène représenté ici par des calcaires récifaux et les schistes à Fucoïdes. La largeur de la bande éocène n'a plus que 500 ou 600 m. de large (fig. 4).

Si nous suivons la bordure est de cet Éocène, nous voyons qu'elle se dirige vers le Sud à flanc de coteau des escarpements qui dominent la rive gauche de la Casaluna au-dessus des villages de Aïti, Lano et Rusio. L'Éocène qui recouvre les Schistes lustrés est formé à peu près complètement par des grès, mais le long de cette bordure apparaissent à chaque instant des petits lambeaux formés de roches granitiques ou triasiques qui attestent que vers l'Ouest il existe en profondeur entre l'Éocène et les Schistes lustrés, soit du granite, soit du Trias. D'ailleurs, après avoir franchi la crête de Mte Piano Maggiore, la limite descend au Sud de Sainte-Lucie de Mercurio, au col S-Martino et entre les grès éocènes et les Schistes lustrés se montrent des gneiss profondément métamorphisés très développés à Castellare de Mercurio où ils sont nettement superposés aux Schistes lustrés. Aux environs de Sainte-Lucie le gneiss est surmonté çà et là par des lambeaux éocènes avec poudingues, calcaires et grès distribués très irrégulièrement. La bordure s'infléchit ensuite vers l'Ouest et traverse la vallée du Tavignano où la limite est très visible sur la route de Corte à Piedicorte di Gaggio. Ensuite sur la rive droite du Tavignano elle est cachée en partie par les alluvions du fleuve, mais elle réapparaît au-dessous de Corte après avoir traversé la rivière et ce sont alors les schistes éocènes avec les roches vertes qui forment la limite.

Abandonnons pour l'instant cette bordure et prenons à la Croix de Settonia la limite vers le Nord des schistes à Fucoïdes et des gabbros. Cette limite suit approximativement le ravin de Paduri de direction est-ouest jusqu'au fleuve de Golo un peu au Nord de Francardo. Ensuite cette limite s'enfouit sous les poudingues miocènes et il n'est plus possible de suivre sa trace. Mais à côté de la ligne de chemin de fer, un peu après le chemin de Piedigriggio, entre le Miocène et les gabbros apparaît de nouveau l'Éocène séparé de ceux-ci par une forte brèche de fric-

tion où domine le granite écrasé (fig. 3). Cette limite se suite jusqu'aux environs de la gare de Ponteleccia où elle disparaît encore sous les alluvions. Mais sur la route de Calvi, un peu après l'intersection des lignes de Bastia et de Calvi, nous retrouvons un lambeau de schistes éocènes recouverts par des alluvions anciennes et superposés aux Schistes lustrés. Cette bande forme une digitation très amincie de l'Éocène.

La limite disparaît néanmoins et il faut aller à Piedigriggio pour revoir, sur la route de Piedigriggio au Golo, les granulites recouvrant les schistes.

Il est certain que les poudingues miocènes empêchent de suivre à partir de Francardo la limite exacte des terrains superposés aux Schistes lustrés, mais les granites qui contournent les poudingues à l'Ouest sont directement reliés à Francardo et à Piedigriggio, et on peut par suite tracer avec assez d'exactitude la bordure des terrains recouvrant les Schistes lustrés.

A Piedigriggio, le granite et la granulite sont très réduits, mais ils sont recouverts immédiatement par la série sédimentaire secondaire analogue à la série du M. Pedani (fig. 3). Au col de Pastoreccia la bordure devient très nette, le granite très écrasé et peu épais est recouvert directement par les calcaires du Trias jusqu'au col (cote 501 de la Carte de l'État-major) ; le Trias inférieur disparaît et il n'en existe que quelques lambeaux entre le granite et les calcaires. Après ce col jusqu'à l'Asco, des gneiss et du granite écrasé sont plus épais et forment la bordure.

Après la traversée de l'Asco et au confluent de cette rivière avec le Tartagine, c'est la granulite, formant un grand massif depuis Moltifao, qui repose sur les Schistes lustrés. Les schistes sont presque verticaux et forment une bande étroite entre les granites laminés de la chaîne du Tenda. Cette bande devient de plus en plus étroite, ayant à peine quelques mètres au Nord de la gare de Pietralba ; elle repose directement sur les granites du Tenda et elle est recouverte par les granulites écrasées. Ensuite elle disparaît à peu près complètement et au col Sainte-Marie de Pietralba, l'Éocène superposé à la granulite repose sur le granite laminé du Tenda séparé seulement par une brèche de granite écrasé.

Les Schistes lustrés situés en profondeur n'apparaissent qu'au-dessous du village de Lama où ils s'étendent de plus en plus (fig. 1) dans la région des Agriades. L'Éocène repose directement sur eux, mais il est séparé de ceux-ci par une forte brèche de friction bien visible aux maisons de Pietramonete.

Ainsi la bordure que nous avons suivie depuis Corte en passant

par Castellane-de-Mercurio, Aiti, la digitation de Pedani, puis Piedigriggio et Pietralba jusqu'à l'embouchure de l'Ostriconi est formé par du granite écrasé ou du gneiss laminé et supprimé très souvent, supportant une série sédimentaire non métamorphique constituée par des terrains triasiques et jurassiques et par de l'Éocène. Ces terrains peuvent être directement superposés aux Schistes lustrés par suppression du granite intercalé.

Nous allons examiner maintenant comment les terrains ainsi superposés aux Schistes lustrés sont en relation avec les granites laminés de la grande zone située à l'Ouest de Corte et avec le granite normal.

Entre l'embouchure du Regino et la vallée de l'Asco il y a continuité entre le granite normal de l'île Rousse, la granulite et le granite laminé de Moltifao. Les terrains sédimentaires qui leur sont superposés sont exclusivement de l'Éocène (fig. 1). Il y a lieu d'examiner deux situations différentes de cet Éocène suivant qu'on l'examine au Nord ou au Sud. Jusqu'à la chapelle S-Rocco près Castifao, l'Éocène est formé à la base par un poudingue enraciné dans les gneiss et les granites sans éléments calcaires et par suite si l'Éocène du bassin Novella-Castifao est enraciné sur sa bordure ouest, la partie qui repose sur les Schistes lustrés est charriée. Nous avons ainsi un sens du mouvement sur lequel se sont déplacés les terrains sédimentaires et les granites sous-jacents. Le déplacement aux environs de Moltifao est très net sur la bordure ouest. Le poudingue disparaît et les calcaires nummulitiques reposent sur les granites, ou même le Houiller.

Plus au Sud apparaissent au col de S-Pancrazio près Popolasca les Schistes lustrés recouverts à l'Est par les granulites de la pointe Ciufello (fig. 3). Ils sont également inclinés de 60 m. vers l'Est et paraissent reposer sur les granites laminés du M. Traunata, mais un peu au Nord ils s'enfouissent sous ces granites qui sont reliés aux granulites. D'ailleurs à Castiglione (fig. 4) les Schistes lustrés sont très réduits. A peine ont-ils une centaine de mètres et ils sont recouverts à l'Est et à l'Ouest par les granites. A Castirla, sur la rive droite du Golo, si nous suivons la limite est des granites et des Schistes lustrés, on voit que cette limite passe au col d'Ominanda et ensuite vient rejoindre à Corte la bordure que nous avons examinée plus haut.

Il s'ensuit encore une fois que tous les granites et leur couverture sédimentaire sont bien directement superposés aux schistes lustrés sur une largeur de plusieurs kilomètres. Cela constitue bien une nappe telle qu'on la définit et dont l'origine se trouve dans la région granitique des granites laminés sur la bordure des

gneiss de Vallica. Il existe à Castiglione une fenêtre faisant apparaître sous la nappe le substratum fourni par les Schistes lustrés.

Au col de San-Quilico on observe au Sud (fig. 5) une autre fenêtre de Schistes lustrés, où a été commencée une exploitation de minerais de cuivre, au contact des gabbros et des Schistes lustrés; mais entre ces schistes et la nappe il existe encore de l'Éocène comme sur la rive droite de la Casaluna.

Nous appellerons *nappe supérieure* cette nappe caractérisée à la base par des granites écrasés.

Région de Venaco. — Aux environs de Venaco nous trouvons aussi du granite écrasé, mais la disposition des divers terrains n'est pas du tout la même.

Si nous examinons la coupe est-ouest (fig. 6) passant par le village de Venaco on voit au-dessus du granite laminé du Monte Cardo un poudingue à gros éléments contenant des roches cristallines et aussi des blocs de calcaire cristallin analogue au calcaire qui se trouve dans le poudingue supra-nummulitique du col San-Colombano près Palasca. Ce poudingue est fortement laminé et il est surmonté en un point par un lambeau de calcaire marmoréen analogue aussi au calcaire qui se trouve dans la région de Novella-Castifao sur toutes les assises éocènes. Au-dessus vient une bande de granite écrasé surmonté de Schistes lustrés primitivement attribués à l'Éocène, mais qu'il n'est pas possible de séparer du complexe des Schistes lustrés. Si l'on suit vers le Nord cette limite des Schistes lustrés et du granite écrasé on ne voit aucun changement jusqu'au passage du Fiumorbo, mais vers le Nord on voit la bande de granite écrasé diminuer beaucoup et les Schistes lustrés viennent s'enfouir sous le granite écrasé de la nappe supérieure. Les Schistes lustrés sont ici très réduits. Le poudingue de Venaco se lamine considérablement ainsi que le granite sur lequel il repose et au-dessous de ce granite on rencontre encore des Schistes lustrés. Ce granite est séparé des Schistes lustrés par une forte brèche de friction. Ainsi donc le poudingue de Venaco compris entre deux bandes de granite écrasé constitue le fond d'un synclinal et le synclinal vient finir en pointe dans les Schistes lustrés eux-mêmes recouverts par une nappe de granite écrasé. Vers le Sud, le poudingue disparaît aussi en coin dans le granite écrasé et les deux bandes de granite se réunissent un peu après la traversée du Vecchio et il n'est plus possible de les séparer jusqu'au Fiumorbo. A Venaco on ne voit pas les Schistes lustrés au-dessous des poudingues et du granite. Ce n'est que vers Corte où ils apparaissent sous leur couverture granitique et aussi en un point très petit sur le bord de la montée de la route

du Vecchio à Vivario, tout près de la barrière du chemin de fer.

Par suite, la coupe (fig. 6) que nous avons indiquée au début à Venaco peut être facilement interprétée ainsi : le synclinal de Venaco n'est qu'un synclinal dans la nappe supérieure dont il n'est plus de trace à l'Est de Venaco.

Ainsi donc le granite écrasé de Venaco forme au milieu des schistes lustrés une écaille très aiguë et très écrasée qui constitue une deuxième nappe granitique.

La superposition la plus complète et avant l'érosion était formée par une nappe de Schistes lustrés reposant sur du granite laminé (c'est ainsi que se présentent toujours les Schistes lustrés de la base), puis une nappe de granite écrasé pouvant contenir des assises tertiaires non métamorphiques, ensuite une nouvelle nappe de Schistes lustrés et enfin une nouvelle nappe de granite écrasé avec sa couverture sédimentaire non métamorphique.

Cette nappe supérieure n'existe pas à Venaco, mais si l'on suit la rivière de Tavignano à 40 km. plus haut, à l'Est, on voit sur la bordure du Miocène d'Aleria un débris de cette nappe supérieure formé par du granite associé à de l'Éocène à roches vertes. Au Nord de Corte, le granite écrasé de Venaco n'existe plus, mais on trace entre les Schistes lustrés et la nappe supérieure des débris d'Éocène considérablement laminés (col de San Quilico et bords de la Casaluna) qui sont des restes de la nappe granitique éocène de Venaco, mais profondément étirés.

Région de Saint-Florent. — Considérons la coupe est-ouest (fig. 2), tracée suivant l'arête de la colline qui passe par Poggio d'Oletta jusqu'à Saint-Florent. Au col de San Antonio situé sur l'arête du cap Corse jusqu'aux premières maisons de Poggio d'Oletta, on voit constamment les Schistes lustrés avec intercalation de serpentine et de gabbros. Dans le village même de Poggio ils plongent de 45° sous le granite laminé sur lequel se trouvent les autres maisons du village. En descendant, on trouve constamment le granite jusqu'à la route d'Oletta à Bastia par le col de Teghime et ensuite superposés à ce granite apparaissent encore les Schistes lustrés avec de nombreux calcaires. Ce granite occupe ici l'axe d'un anticlinal, car si nous suivons ses affleurements vers le Nord et vers le Sud, nous voyons qu'ils plongent de tous côtés sous les Schistes lustrés qui l'entourent complètement.

Au-dessus des Schistes lustrés et des calcschistes on trouve une forte brèche de friction où domine le granite écrasé surmonté par les grès et conglomérats du Trias inférieur. Ensuite, sur un petit col on trouve le calcaire du Trias moyen qui occupe le fond d'un

petit synclinal dans les grès triasiques. Puis réapparaissent les grès triasiques, les calcaires du Trias moyen, les cargneules, la lumachelle avec *Avicula contorta* et les calcaires bréchoïdes très cassants dans lesquels j'ai trouvé des *Belemnites* du Lias moyen. Ce Lias occupe le sommet du monticule ayant l'altitude 217 sur la Carte de l'État-major. Ces calcaires très inclinés sont recouverts, mais beaucoup plus bas, par des poudingues éocènes, des calcaires cristallins et des grès éocènes aux roches vertes. On ne voit pas trace de Calcaire nummulitique et les poudingues sont ceux que l'on trouve habituellement au-dessus des assises fossilifères. Enfin l'Éocène est recouvert en discordance par le Miocène de Saint-Florent jusqu'à la mer. Dans le port même de Saint-Florent on retrouve les Schistes lustrés et la série complète que nous avons vu d'un côté du Miocène ne se retrouve plus.

Cette coupe est la plus complète que l'on puisse donner de toute la région de Saint-Florent; il manque, comme nous l'avons vu, les Calcaires nummulitiques qui apparaissent plus au Sud, les marnes et argiles jaunâtres du Trias supérieur et aussi les quartzites blancs du Trias que nous verrons plus au Nord.

Suivons maintenant dans cette direction la brèche de friction qui comprend du granite écrasé, c'est-à-dire la limite entre le Trias inférieur et les Schistes lustrés; le granite ne se trouvera plus que près de la chapelle ruinée sur la mauvaise route de Saint-Florent à Poggio d'Oletta; partout ailleurs le Trias inférieur repose directement sur les Schistes lustrés avec une brèche de friction plus ou moins grande. Cette limite disparaît sous le Miocène près du couvent ruiné de Farinole et le Miocène repose directement sur les Schistes lustrés et les serpentines, débordant par-dessus toute la série secondaire et éocène.

Le long de la route de Saint-Florent à Poggio d'Oletta où existe un lambeau de granite écrasé, il existe les quartzites du Trias qui manquent dans la coupe; il existe aussi en descendant vers l'Ouest une sorte d'anticlinal du Trias inférieur dans lequel apparaissent des lambeaux de Carbonifère avec des lydiennes et du Permien et des lambeaux de granite écrasé, le tout très confus.

Vers le Sud, à partir de Poggio d'Oletta, nous retrouvons toujours le Trias inférieur sur les Schistes lustrés et bientôt, près de la propriété de Tuda, nous retrouvons encore sur cette limite du granite écrasé. Au-dessus de l'Infralias et du Lias très réduit apparaît ici le Calcaire nummulitique à *Nummulites* cf. *lævigata*. Bientôt après toutes les assises s'enfouissent sous les alluvions de l'Aliso et sous le Miocène. Cette limite se continue cependant, et on voit à l'Ouest, l'Éocène gréseux surmonté des calcaires cris-

tallins de Tramonti reposer sur les Schistes lustrés et les calcschistes. Cette limite se dirige vers le Nord et s'enfonce sous le Miocène au point où elle coupe la route de Saint-Florent à Oletta.

Nous devons donc noter dans cette région l'allure spéciale de toutes ces assises sédimentaires ; leur épaisseur varie d'un point à un autre avec rapidité, surtout pour les assises calcaires ; la stratification est souvent confuse et, ce qui domine, ce sont les suppressions et l'amincissement des couches. Toutes ces assises reposent sur les Schistes lustrés bien stratifiés et elles sont séparées de ceux-ci par du granite écrasé. Nous avons donc un lambeau de la nappe supérieure qui a été préservé de l'érosion dans un synclinal produit par les plissements post-miocènes qui ont plissé les Schistes lustrés ainsi que la carapace de granite et de roches sédimentaires non métamorphiques.

On voit ainsi qu'à mesure que l'on s'éloigne de l'axe du granite laminé de l'arête centrale de la Corse, l'épaisseur de granite écrasé diminue par suite des étirements qui laissent ce granite en arrière.

A Patrimonio, M. Rovereto¹ a signalé dans les calcaires situés au-dessous des grès et conglomérats triasiques, des traces de *Gyroporella*. Ce calcaire a été bien souvent étudié et, en l'absence de fossiles, il avait été attribué par M. Hollande au calcaire carbonifère. Il est évident que cette bande calcaire, continuation de la base calcaire du col de Teghime, fait partie du complexe des Schistes lustrés et n'a aucun rapport avec la série sédimentaire qui le surmonte. Si l'on peut trouver une faune plus complète que celle qu'a signalée M. Rovereto et si l'on peut attribuer ces calcaires au Trias, on aura ainsi une base pour étudier les Schistes lustrés, quoique ces calcaires paraissent appartenir à une nappe surmontant les Schistes lustrés et n'avoir aucun rapport direct avec les assises sur lesquelles ils sont placés.

Région du Cap Corse. — A l'extrémité du Cap Corse sur la côte est, à Maccinaggio même, il existe trois lambeaux en grande partie formés de grès et poudingues éocènes contenant aussi aux îles Finocchiarola des schistes noirs du flysh. Tous ces lambeaux reposent sur les Schistes lustrés, mais dans le lambeau au Sud de Maccinaggio, à l'entrée du village, on trouve à la base entre les grès et les Schistes lustrés, du granite écrasé bien visible des deux côtés de l'Éocène sur la route même qui longe la côte. On trouve aussi mélangées avec l'Éocène qui n'a aucune trace de stratification, des roches isolées de calcaire triasique. Au Nord de Maccinaggio

1. ROVERETO. Sull'eta degli sciste cristallini della Corsica. *Ac. R. Soc. Torino*, 1905, vol. XLI.

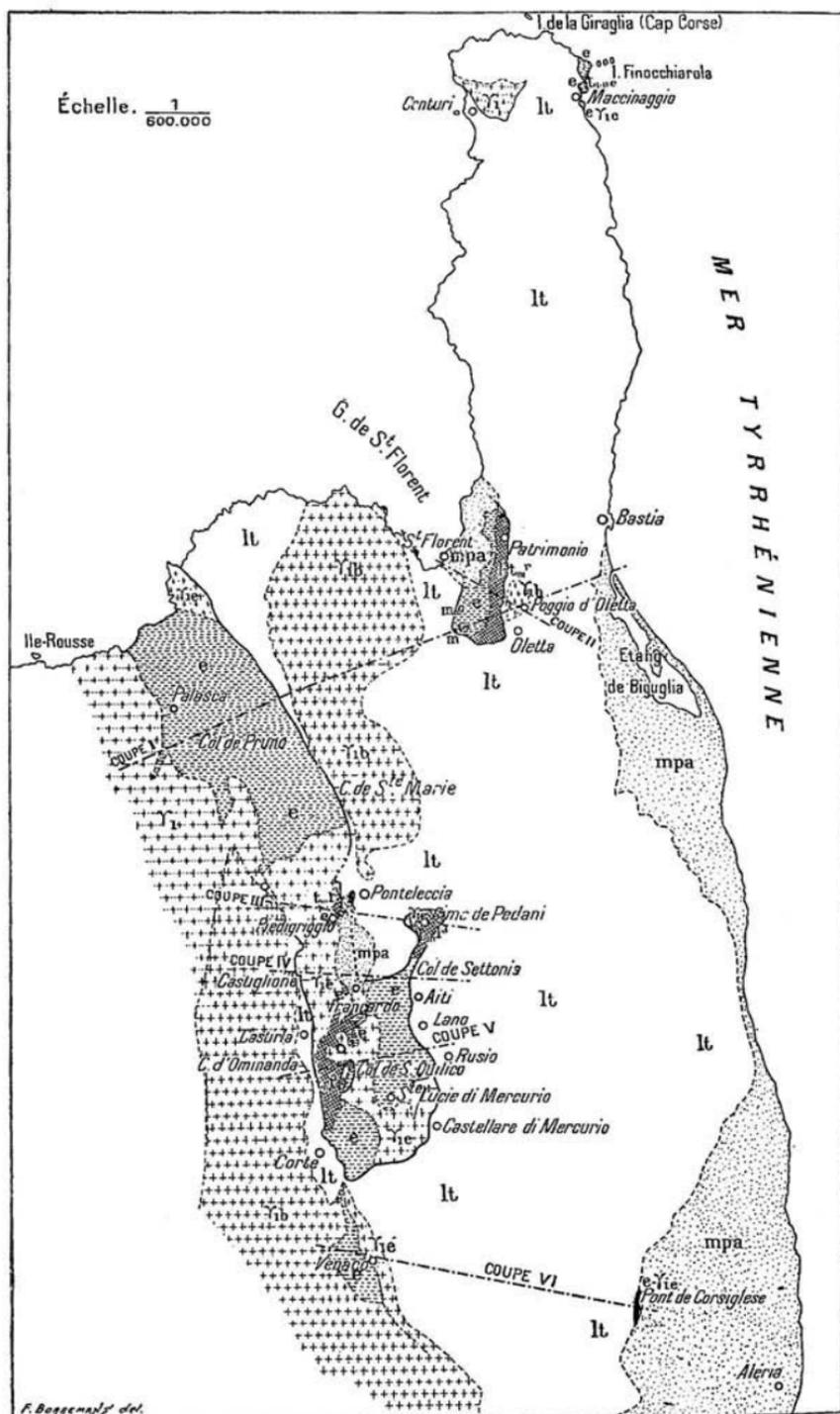


Fig. 7. — Esquisse géologique de la Corse nord-orientale. Le trait renforcé indique la bordure des nappes sur les Schistes lustrés, *lt*. Même légende que pour les coupes. t_{1-11} l³, série secondaire non métamorphique du Trias au Lias ; *e*, Éocène et Oligocène ; *mpa*, Miocène, Pliocène et Pleistocène.

il existe dans l'Éocène un gros paquet de calcaires probablement infraliasiques séparé des Schistes lustrés par une brèche de friction où se trouve du granite écrasé et du Trias inférieur. Enfin le lambeau le plus au Nord et le plus étendu est presque exclusivement formé d'Éocène ; il est séparé des Schistes lustrés par de petits fragments de calcaire magnésien infraliasique, mais je n'y ai pas trouvé du granite écrasé.

Il est évident que l'on a ici comme à Saint-Florent un lambeau de la nappe supérieure ; le granite écrasé est extrêmement laminé et très réduit et les terrains sédimentaires sont extrêmement modifiés sans trace de stratification, ce qui est très naturel, puisque c'est un reste de la nappe la plus éloignée de sa racine.

A l'Ouest de Maccinaggio, entre Ersa et Centuri, on trouve du gneiss très amphibolique qui occupe la position d'un anticlinal couché vers le Sud sur les Schistes lustrés. Ce bombement est entouré complètement par les Schistes lustrés. Au Sud et au Sud-Ouest, le gneiss est séparé des Schistes lustrés par du granite peu écrasé mais très laminé néanmoins. On a ici un prolongement du granite sur lequel reposent les Schistes lustrés, prolongement du granite de la chaîne du Tenda et de celui de Poggio d'Oletta.

V. CONCLUSIONS.

A. — *La Corse est un pays de nappes*, comme nous l'avons dit, M. P. Termier et moi, dès 1908.

On a vu par l'étude stratigraphique, qu'il existe des granites plus ou moins écrasés reposant sur les Schistes lustrés et leurs roches vertes. Cette lame granitique supporte une couverture de roches sédimentaires allant du Houiller et de l'Éocène moyen à l'Oligocène. Nous savons aussi que le granite associé aux gneiss de Vallica est antérieur au Houiller et aux porphyres qui ont recoupé le Houiller. Comme les Schistes lustrés, par leur structure et leurs caractères pétrographiques, doivent être entièrement assimilés aux Schistes lustrés du Piémont, reconnus comme étant secondaires, nous avons ainsi des terrains plus anciens s'étalant sur une grande étendue au-dessus de ces Schistes lustrés. C'est ce qui constitue une vraie nappe que je regarde comme un anticlinal très étiré et couché, dans lequel ne subsiste qu'un seul côté du pli. L'étendue de cette nappe, du col d'Ominanda à Rusio, est de 15 km., mais si nous y comprenons les lambeaux de Saint-Florent et de Maccinaggio, nous avons un développement de la nappe sur une étendue de 50 km., car, plus au Sud, sur le bord de la plaine orientale nous avons un témoin de cette nappe

par la présence du granite écrasé reposant sur les Schistes lustrés. Ainsi donc toute la Corse orientale a été recouverte par cette nappe que j'ai appelée *nappe supérieure*. Nous avons aussi tous les caractères d'une nappe et d'une action dynamique intense par l'écrasement du granite et aussi par le laminage des assises sédimentaires non métamorphiques. Les assises ne sont pas régulièrement disposées; elles ont glissé les unes sur les autres et les contacts des divers affleurements sont tout à fait disparates. J'ai déjà signalé à Soveria le désordre dans lequel se trouvent toutes ces assises, leur réduction par laminage et souvent leur suppression.

Au-dessous de cette nappe supérieure se trouve une deuxième nappe, exclusivement formée par de l'Éocène, qui apparaît par lambeaux en divers points au-dessous de la nappe supérieure et qui est reliée intimement avec elle.

Ensuite vient la nappe formée par les Schistes lustrés avec calc-schistes et roches vertes et enfin au-dessous vient la nappe profonde formée par du granite laminé et du gneiss (gneiss amphibolique et granitique de Centuri).

A quelle époque géologique se sont formées ces nappes? Étant donné que les schistes à Fucoïdes, considérés comme oligocènes, ont été charriés en même temps que les autres terrains supportés par le granite, il est évident que la formation de ces nappes est postérieure à ces terrains. En outre, comme la base du Miocène, le Burdigalien de Saint-Florent s'est déposé ensuite en discordance sur ces nappes; ce Miocène est postérieur aux nappes et nous avons ainsi une limite assez précise pour fixer l'âge de formation de ces nappes à la fin de l'Oligocène.

Ces nappes, ainsi que le Miocène, ont été plissées ensuite avec les derniers mouvements alpins; mais ces plissements ont été de simples ondulations sans formation de plis couchés ni charriés; à peine si on observe une légère dissymétrie dans les anticlinaux. C'est dans les synclinaux que se sont conservés des lambeaux de la nappe supérieure tels que ceux de Saint-Florent et de la cime de Pedani.

Nous pouvons aussi établir que la nappe supérieure corse est bien la nappe la plus supérieure de toutes celles qui se sont déroulées à l'Est, car, immédiatement après la formation de ces nappes, la mer miocène a recouvert toute la région et l'érosion n'a pu faire disparaître les autres nappes qui auraient pu se former au-dessus de celle-là. L'érosion n'est entrée en jeu que pour faire disparaître, après le Miocène, la plus grande partie de la couverture des Schistes lustrés supportant le Miocène. Ce dernier ne

s'est conservé qu'en de rares points, Saint-Florent et Pontealeccia dans le fond de synclinaux.

B. — *La Corse orientale fait partie de l'Apennin.* — M. P. Termier a exposé récemment¹, dans son étude sur l'île d'Elbe, les relations de la Corse avec les Alpes et l'Apennin ; je n'ai rien à dire contre ces conclusions qui se déduisent de l'étude tectonique de ces deux îles. Je crois cependant que la bande autochtone qui doit être considérée comme l'axe tectonique des Alpes, doit se trouver en Corse même dans la région occidentale granitique ; elle peut se prolonger au delà, mais cette région occidentale fait partie de l'axe tectonique. Je crois que cette région autochtone commence immédiatement à l'Ouest de la chaîne des granites laminés qui se trouve à l'Ouest de Corte. Cette chaîne a été d'abord formée par striction violente déterminant des plis étroits très serrés qui se sont ensuite étalés vers l'Est avec leur couverture sédimentaire sous forme de nappes de charriage. C'est donc dans ce granite laminé et aussi dans le granite normal que se trouve l'origine des nappes corses et aussi probablement des nappes supérieures de l'Apennin. C'est un vrai pays de racines et nous avons pu établir plus haut que la nappe supérieure se relie directement à l'Ouest de Palasca à la zone des granites et des gneiss où elle s'enracine.

Nous avons vu, et on peut le voir par les diverses coupes (fig. 4, 5, 6), que les Schistes lustrés apparaissent à Corte, Castirla et Castiglione, comme ayant l'aspect d'un anticlinal ; cela provient de ce que la nappe des Schistes lustrés a été plissée et leur terminaison synclinale à l'Ouest s'est relevée pour se présenter sous forme d'un anticlinal. Ceci nous indique que les Schistes lustrés ne s'étendent plus au delà ; c'est bien l'extrême limite de la région charriée et bientôt à l'Ouest se trouve la région autochtone non charriée. Il est vrai qu'au-dessous de la nappe profonde de granite laminé du Tenda il peut exister une deuxième nappe de Schistes lustrés et se prolonger plus à l'Ouest ; mais en aucun point elle n'apparaît.

Cette zone des granites laminés représente la *zone externe du géosynclinal alpin* car elle était recouverte avant la formation des nappes par la zone secondaire à faciès briançonnais, tandis que la zone axiale des Schistes lustrés se trouve située entre la Corse et l'Italie. Nous savons que l'axe tectonique des Alpes se confond dans le Piémont avec la zone axiale des Schistes lustrés

1. P. TERMIER. Sur les relations tectoniques de l'île d'Elbe avec la Corse et sur la situation de celle-ci dans la chaîne alpine. *CR. Ac. Sc.*, t. CLIX, p. 11, 5 juillet 1909.

tandis qu'ici il se trouve à l'Ouest, coupant ainsi obliquement les zones stratigraphiques, comme l'a indiqué M. Termier¹. Il devait donc exister entre la Ligurie et la Corse une région aujourd'hui occupée par la mer où l'axe tectonique des Alpes était situé dans la zone des terrains secondaires à faciès briançonnais. Il serait intéressant de trouver en Ligurie la région qui constitue cet axe tectonique. Déjà M. Rovereto² a vu aux environs de Savone des granites protoginiques charriés sur les Schistes lustrés ce qui doit être probablement un prolongement de la nappe supérieure de la Corse.

Ainsi donc tandis que dans le Piémont il n'existe jusqu'ici que les nappes alpines se déroulant vers l'Ouest sans trace de nappes apennines, il n'existerait en Ligurie et il n'existe certainement en Corse que des nappes se déroulant vers l'Est ; les nappes alpines devraient se trouver en pleine Méditerranée.

Cette axe tectonique se prolonge en Sardaigne par le massif granitique du Nord et nous trouvons à l'Ouest de ce massif granitique des terrains secondaires à peine ondulés (Trias à faciès alpin) ; ces terrains bien stratifiés font partie nécessairement de la région autochtone. Le faciès alpin de ce Trias résulte de ce que la mer triasique était beaucoup plus profonde en allant vers le Sud et le faciès briançonnais a fait place au faciès alpin, bordure sud-ouest du géosynclinal des Schistes lustrés.

C. — Je veux ajouter quelques conclusions stratigraphiques. Comme on ne trouve pas sur le granite autochtone d'autres terrains sédimentaires secondaires postérieurs au Lias, il s'ensuit que la Corse, jusqu'à l'Éocène moyen, était émergée, du moins pour la région granitique actuelle et il existait à l'Est une mer secondaire dans laquelle s'accumulait les sédiments qui ont formé les Schistes lustrés. Ce n'est qu'à l'Éocène moyen qu'une transgression s'est produite et on trouve alors sur la bordure granitique des terrains éocènes ; ce rivage éocène nous le trouvons à Palasca constitué par un puissant poudingue.

Mais tandis que l'Éocène sur la bordure granitique n'a pas été métamorphisé, à mesure que l'on s'éloigne vers l'Est il commence à prendre l'aspect des Schistes lustrés et il s'intercale de grandes quantités de roches vertes (gabbros et serpentines de la Navaccia).

Il restera encore de cette étude d'autres points à préciser à mesure que l'on connaîtra mieux la stratigraphie de la Corse et que l'on étudiera plus attentivement divers points où d'autres

1. P. TERMIER. *Loc. cit.*

2. ROVERETO. La Zona di ricoprimento del Savonese et la questione dei calcesciste. *B. S. G. ital.*, vol. XXVIII, 1909, fasc. II.

phénomènes pourront se constater, mais il n'en est pas moins évident que les lignes générales que nous avons données de la tectonique de la Corse seront conservées. Je me propose moi-même, au fur et à mesure de mes travaux pour l'élaboration des feuilles géologiques du Service de la Carte géologique de France, de présenter avec plus de détails et corriger tout ce qui, dans cette étude, demande beaucoup plus de précision. Déjà on peut consulter les deux feuilles de la Carte géologique qui viennent d'être publiées : *Bastia et Luri*, et bientôt je pourrai donner sur les feuilles de *Corte et Bastelicà* un complément, pour ces régions, de la stratigraphie et de la tectonique de la Corse orientale.

M. P. Termier, après avoir présenté la note de M. Maury et insisté sur l'importance des résultats exposés dans cette note, fait remarquer qu'un seul point reste obscur dans la tectonique corse, les rapports entre l'immense complexe des *granites alcalins laminés* (protogine des auteurs) et la Corse granitique incontestablement autochtone. C'est en étudiant ces rapports que l'on saura si la Corse granitique est un *pays de racines*, comme l'admet provisoirement M. Maury, ou s'il faut y voir, comme M. Termier lui-même le pense, un pays *transporté*, d'un mouvement d'ensemble, sur une région de Schistes lustrés et de granites alcalins.

Séance du 7 mars 1910

PRÉSIDENTE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Le Président proclame membre de la Société :

M. J. Pourbaix, ingénieur, à Mons, présenté par MM. A. Lacroix et Paul Lemoine.

Trois nouvelles présentations sont annoncées.

M. Paul Lemoine présente au nom de M. **Camille Rouyer** une note : « Origine géologique de la Fosse Dionne à Tonnerre et des sources voisines » (*Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2^e sem., 1908, paru en 1909, 8 pp., 1 pl., carte).

La Fosse Dionne a toutes les apparences d'une source vauclusienne; elle sort d'une fissure dans le calcaire de Tonnerre (Séquanien). Des observations ont montré à l'auteur que les crues de cette source commencent environ 18 heures après le commencement des pluies et que le maximum de la crue est atteint environ 48 heures après.

Il pense que la source de Soulangis a une origine analogue.

Il faut ajouter à ces renseignements que la crue de la Fosse Dionne en janvier 1910 a eu une importance exceptionnelle et a causé l'inondation d'une partie de la ville de Tonnerre.

M. J. Boussac dépose sur le bureau, au nom de M. **Arnold Heim**, les deux notes suivantes : 1^o Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass, verglichen mit der Facies der helvetischen Decken (*Beitr. Geol. Karte Schweiz*. (2), XXIV, p. 21-45, 6 fig., Berne, 1910); 2^o Neue Untersuchungen über die Senonbildungen der östlichen Schweizeralpen (*Abh. schweiz. pal. Gesells.*, XXXVI, 61 p., 2 fig., 2 pl. Zürich, 1909) (en collaboration avec M. **J. Böhm**).

M. **Pierre Termier** offre un exemplaire d'une plaquette qui vient de paraître à la librairie Béranger et qui est intitulée : « Deux conférences de géologie alpine ». C'est la réimpression pure et simple, mais avec un avant-propos explicatif, de deux conférences déjà anciennes : l'une, sur les Schistes cristallins des Alpes occidentales, faite en 1903 au Congrès de Vienne; l'autre, sur la Synthèse géologique des Alpes, faite en 1906 à Liège.

M. L. Pervinquière dépose sur le bureau les numéros de la *Revue scientifique* contenant les articles suivants : « Les Crustacés du Carbonifère d'Écosse et la phylogénie des Crustacés ; » « Résultats scientifiques de l'expédition Shackleton » (où il résume, d'après l'édition originale anglaise, les données acquises, dont quelques-unes ne sont pas mentionnées dans la traduction française) ; « Notice nécrologique sur Philippe Thomas ».

M. Pervinquière rend compte de son voyage à Moulins où il a représenté la Société aux obsèques de notre regretté confrère, et transmet à la Société les remerciements de Mme Philippe Thomas.

M. Lissajous. — *Présentation de notices sur quelques fossiles intéressants du Jurassique du Mâconnais.*

L'auteur décrit, entre autres, une Ammonite excessivement curieuse du Bathonien inférieur à laquelle il a cru devoir donner un nom de genre. Il espère que les spécialistes voudront bien lui donner leur avis. Le Bathonien mâconnais est en effet fort riche en Céphalopodes dont beaucoup ne paraissent pas avoir été étudiés.

A. Riche. — *Sur la position stratigraphique de Creniceras Renggeri* OPP.

Le *Bulletin de la Société géologique* ([4], IX, p. 79) de 1909 renferme une note de M. le chanoine Bourgeat sur le Jura, où il signale (p. 84) l'existence, à Saint-Claude, de marnes à *Creniceras Renggeri* OPP. sp. entre le Callovien et les couches à Spongiaires de Birmensdorf. On pourrait alors en conclure à la présence de l'Oxfordien inférieur dans cette localité, ce qui ne me paraît pas exact.

Creniceras Renggeri, représenté par une variété à ombilic un peu plus ouvert que dans le type, se rencontre en effet à Saint-Claude, mais surtout dans le Bas-Bugey, dans les couches de Birmensdorf mêmes. Ma conclusion est que cette espèce, au moins ladite variété, n'est nullement caractéristique de l'Oxfordien inférieur (zone à *Cardioceras cordatum*), puisqu'elle passe dans l'Oxfordien supérieur (zone à *Ochetoceras canaliculatum*).

Je compte insister plus longuement sur ce fait intéressant dans une prochaine note.

QUELQUES REMARQUES A PROPOS DU JEUNE DES *AMMONITES* (*PROPLANULITES*) *MUTABILIS* SOWERBY ET *AMM.* (*AULACOSTEPHANUS*) *PSEUDO-MUTABILIS* DE LORIOI.

PAR **Robert Douvillé.**

Dans une communication précédente (*B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 234) nous avons indiqué que l'espèce calloviennne *Proplanulites Koenigi* devait être considérée comme une forme à côtes non interrompues sur la région siphonale. A l'appui de cette façon de voir nous avons décrit et figuré des échantillons provenant d'Argences (Calvados) [*Bull. Soc. linn. de Norm.*, (2), VII, p. 121, 1909] dont les jeunes sont complètement périsphinctoïdes. Seule la ligne suturale, qui présente déjà les caractères de celle de l'adulte (ligne suturale *inverse*, très différente de celle des *Perisphinctes*) permet de définir cette forme jeune.

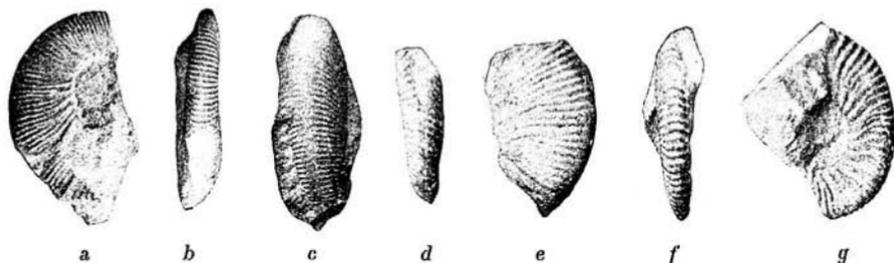


FIG. 1. — a, b, c. *Aulacostephanus pseudo-mutabilis* DE LORIOI; d, e, *Proplanulites Hector* D'ORB; f, g, *P. mutabilis* Sow.

Échantillon de Chablis (Yonne) (ancienne coll. Rathier) Gr. nat. — Il serait possible que les formes à côtes interrompues fussent des mâles bien que l'une de celles à côtes continues (d, e.) montre (?) des traces d'apophyses jugales.

Cette espèce est reliée dans le temps, par diverses formes intermédiaires, à l'espèce kiméridgienne *Propl. mutabilis*. Cette dernière forme est ornée de côtes fines non interrompues sur la région siphonale. La variété à grosses côtes a été figurée (sans description) par d'Orbigny, sous le nom d'*Ammonites Hector* [Pal. franç., terr. jurass., pl. 215] et, du reste, rapportée inexactement par cet auteur au jeune de l'*Amm. Erinus* D'ORB. Les deux espèces *A. Hector* et *A. mutabilis* sont très voisines et souvent peu distinguables l'une de l'autre,

Nous avons indiqué précédemment (*loc. cit.*; *Bull. Soc. linn. Norm.*) qu'à ces formes à côtes *non interrompues* sur la région *siphonale* correspondaient des formes à côtes *interrompues* possédant à peu près exactement la même ornementation des flancs. Ces formes sont bien connues au moins dans le Kiméridgien et sont rangées dans le genre *Aulacostephanus* dont l'*Amm. pseudo mutabilis* DE LORIOLE est la forme française la plus connue. En comparant les figures données par d'Orbigny d'*Amm. Hector* d'ORB. et d'*Amm. mutabilis* SOW. in d'ORB. = *pseudo-mutabilis* DE LORIOLE [Pal. franç., terr. jurass., pl. 214 et 215] on constate immédiatement l'analogie complète d'ornementation que présentent ces deux formes [une toute petite différence dans la grandeur de l'ombilic mise à part].

Les échantillons sur lesquels nous désirons attirer l'attention nous ont été communiqués par M. le colonel Jullien (fig. 1). Ce sont des *jeunes* et leur intérêt réside en ce fait qu'ils montrent parfaitement, dès 2 ou 3 cm. de diamètre, une différenciation aussi nette que possible entre formes à côtes *non interrompues* et formes à côtes *interrompues*. Les premières doivent être rapportées à l'espèce *Am. mutabilis* SOW. ou à sa variété à grosses côtes *Am. Hector* d'ORB., les secondes à l'espèce *Am. pseudo-mutabilis* DE LORIOLE.

Ces exemples joints à celui du jeune à forme périssphinctoïde des *Propl. Koenigi* SOW. d'Argences montrent que les deux groupes de formes sont parfaitement différenciés dès le jeune.

Nous ne savons pas encore à quelle forme à côtes interrompues correspond dans le Callovien inférieur *Propl. Koenigi*.

Il serait très séduisant de considérer les formes à côtes interrompues [*A. pseudo-mutabilis*] comme les mâles des formes à côtes non interrompues [*Am. mutabilis*, *Am. Hector*]. Nous sommes du reste les premiers à remarquer que certains jeunes à côtes interrompues présentent des *traces d'apophyses jugales*, ce qui est généralement considéré comme un caractère de mâle et viendrait à l'encontre de notre hypothèse.

On sait en effet que les formes œkotraustiques, généralement considérées aujourd'hui comme les formes mâles d'autres genres, portent souvent sur tout ou partie du test un *sillon* assez profond à l'emplacement du siphon. Il se pourrait que les côtes interrompues franchement (comme chez les *Reineckeia* calloviennes¹, les *Aulacostephanus* kimmériens et les *Hoplites* s. s. du groupe de *lautus* de l'Albien) fussent un caractère de mâle.

1. Remarque de notre confrère le colonel Jullien.

OBSERVATIONS SUR LE NUMMULITIQUE DES ALPES SUISSES

PAR **Arnold Heim.**

Sommaire : Introduction. — 1. Le passage du Lutétien autochtone au Priabonien autochtone. — 2. Le Nummulitique au Nord du lac de Thoune. — 3. Le Nummulitique des nappes des Diablerets et du Wildhorn. — 4. Questions paléontologiques.

INTRODUCTION. — En terminant mon mémoire sur le Nummulitique des Alpes Suisses¹, j'ai ajouté deux mots qui se peuvent traduire de la façon suivante : « Le travail était difficile, et je sens bien qu'il doit y avoir encore beaucoup d'erreurs à corriger. Je m'efforcerai de les découvrir moi-même, et j'accepterai avec reconnaissance toute correction ».

Il y a un an que mon mémoire est paru, et les critiques attendues ont été publiées par deux savants géologues qui s'occupent spécialement du Nummulitique de la Suisse, et dont la manière d'interpréter les synchronismes est contraire à la mienne. L'un est mon vénéré maître Maurice Lugeon de Lausanne², l'autre est mon ami Jean Boussac de Paris³. Je tiens en grande estime ces travaux à deux points de vue : ils élucident les points difficiles des questions théoriques, et ils ajoutent en même temps des observations nouvelles sur le Nummulitique des Alpes occidentales de la Suisse, qui sont de haute importance. C'est là une lacune de mon mémoire qui vient d'être comblée.

Tout d'abord, je constate que, outre les faits observés, une quantité de mes idées viennent d'être acceptées sans modifications. Le débat a pour objet les synchronismes des couches nummulitiques de la Suisse orientale avec celles de la Suisse occidentale et des Alpes françaises. D'après les recherches de MM. Lugeon et Boussac il y a bien sûrement dans mon mémoire des erreurs de synchronismes qui doivent être corrigées. Cependant, il ne

1. ARNOLD HEIM : Die Nummuliten und Flyschbildungen der Schweizeralpen Versuch zu einer Revision der alpinen Eocaen-Stratigraphie. *Abhandl. d. Schweiz. pal. Ges.*, 1908, vol. XXXV, 301 p., 26 fig. 8 pl., Zurich, mars 1909.

2. M. LUGEON : Le Nummulitique de la nappe du Wildhorn entre le Sanetsch et la Kander. *Eclogæ geol. helv.* 1909, vol. X, n° 6, p. 737-739.

3. JEAN BOUSSAC : Les méthodes stratigraphiques et le Nummulitique alpin, *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 30-33. — Observations sur le Nummulitique des Alpes suisses. *B. S. G. F.*, (4), 1909, IX, p. 179-196, pl. IV.

s'agit là pour moi que de détails, tandis que les grandes lignes de mon interprétation doivent être maintenues.

1. LE PASSAGE DU LUTÉTIEN AUTOCHTONE AU « PRIABONIEN » AUTOCHTONE. — M. Boussac est d'accord avec moi que la grande masse du Flysch des Alpes orientales de la Suisse est d'âge lutétien. Le Flysch autochtone se continue, d'après moi, de l'Est au delà de la Reuss jusqu'à Engelberg, en surmontant les couches inférieures du Nummulitique que j'ai désignées après Kaufmann sous le nom de « Pilatusschichten ». D'après M. Boussac, au contraire, l'immense Flysch lutétien de la Suisse orientale devrait être plus ancien que les « Pilatusschichten » d'Engelberg, parce que celles-ci contiennent là des *Nummulites Fabianii* PREV. J'ai basé mes synchronismes principalement sur quatre profils détaillés que j'ai relevés au Kistenpass, au Kammerstock près Linthtal; au Schlossberg près d'Engelberg et au Pilate-Klimsenhorn¹. M. Boussac reproduit graphiquement en grande échelle les trois premiers sans s'occuper du quatrième (*l. c.*, pl. VI, fig. 5-7), en prenant « le même figuré pour les mêmes formations lithologiques ».

J'estime qu'on peut bien, dans la nature, distinguer des grès différents, tels que les grès qui forment des intercalations dans les « Dachschiefer », les grès du groupe de Taveyannaz, les grès des couches inférieures nummulitiques (Pilatusschichten). De même on peut distinguer les schistes gris à Globigérines des « Dachschiefer » qui représentent un niveau plus élevé. En reproduisant comme M. Boussac les profils, on pourrait démontrer un peu partout que des couches non identiques ne se correspondent pas². Ces trois profils mis l'un directement auprès de l'autre donnent l'impression d'une semblable exagération des hauteurs que me reproche avec raison M. Boussac pour la figure (p. 147) de mon mémoire qu'il reproduit (pl. VI, fig. 4). Je renvoie le lecteur à la figure que j'ai donnée antérieurement (*B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 26). J'avoue, cependant, qu'il est possible que les couches à *N. Fabianii* d'Engelberg puissent correspondre non aux « Pilatusschichten » inférieures (Bürgenschichten), mais aux « Pilatusschichten » supérieures. Mais la chose principale c'est pour moi que ces couches sont surmontées d'abord par des schistes (Schistes à Globigérines), puis par des grès du groupe de Taveyannaz et des

1. Voir aussi: ARNOLD HEIM. Sur le Nummulitique des Alpes suisses. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, pp. 25-29.

2. Le faux conglomérat que cite M. Boussac (p. 182) doit être exclus des « Pilatusschichten, » qui n'atteignent, au Schlossberg, non plus 90, mais environ 50 m.

Dachschiefer à Poissons. Et je répète que, au canton de Glaris, les « Dachschiefer » à Poissons sont recouverts normalement par les couches du Blattengrat à faune d'Einsiedeln, tandis qu'à Engelberg les mêmes « Dachschiefer » représentent un niveau plus élevé que les grès à *Nummulites Fabianii* et les couches à Cérithes. Je ne pousserai pas plus loin ces questions, puisque l'été prochain donnera l'occasion pour de nouvelles recherches sur le terrain.

2. LE NUMMULITIQUE AU NORD DU LAC DE THOUNÈ. — M. BOUSSAC vient de nous donner d'après ses observations sur le terrain, une coupe dessinée montrant les changements de faciès du Nummulitique entre Sigriswyl Grat et le Harder, accompagnée d'un texte explicatif. Ces changements avaient bien attiré mon attention, mais les observations me semblaient trop incomplètes et la tectonique entre Beatenberg et le Harder trop compliquée pour donner plus qu'une description sommaire et incomplète des changements de faciès¹. J'estime qu'il est presque impossible de mesurer les épaisseurs normales des couches nummulitiques dans les environs de Sundlauenen et jusqu'au Harder, et c'est pour cela que le profil donné par M. BOUSSAC reste pour cette région plus ou moins hypothétique. Je ne suis pas persuadé que les calcaires à *Lithothamnium* qui, au « flanc occidental du massif du Waldegg » forment des intercalations dans des schistes, sont les représentants du « Ralligmarmor ». Elles pourraient être considérées comme plus élevées. Du reste, d'après ce que je puis juger, je suis parfaitement d'accord avec la manière de voir de M. BOUSSAC en ce qui concerne les changements de faciès au Nord du lac de Thoune dans le profil transversal². Le contact du Crétacique et de l'Éocène est une *bipénaccordance symétrique* très nette³.

3. LE NUMMULITIQUE DES NAPPES DES DIABLERETS ET DU WILDHORN. — C'est presque en même temps qu'ont paru les deux notes sur le Nummulitique de la nappe du Wildhorn de MM. Lugeon et BOUSSAC. Ces deux géologues ont fait ensemble des excursions dans cette région en 1908 et 1909, et ils arrivent en général à des résultats concordants. Voici ce qu'écrit M. BOUSSAC du Nie-

1. Nummuliten-und Flyschbildungen, p. 30-31, 154. Voir en outre, ARNOLD HEIM : über die Beatusthöhlen am Thunersee. *Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich*, 1909, p. 52-63.

2. A la page 183, M. BOUSSAC indique d'après moi une épaisseur du Hohgant-sandstein inférieur du Sigriswylgrat de 1 à 2 m. au lieu de 25 m. comme je l'ai noté aux pages 34 et 37.

3. Par erreur d'écriture j'ai indiqué à la page 174 de mon mémoire « asymmetrische Paenaccordanz » au lieu de « symmetrische Paenaccordanz ».

senhorn (nappe du Wildhorn) : « Le fait capital c'est qu'au-dessus de ces « grès du Niederhorn »¹ viennent les couches à Cérithes, épaisses de 3 m., formant ici une intercalation lenticulaire ». Il se base dès lors sur le synchronisme de ces couches à Cérithes célèbres des Diablerets. M. Lugeon, cependant, nous dit du même endroit : « Les couches à Cérithes ne sont plus représentées que par des bancs dont le parallélisme avec ces couches ne peut pas être démontré péremptoirement ». J'ajouterai que, pour moi, la démonstration stratigraphique de l'identité du « grès du Niesenhorn » avec le « grès du Niederhorn » = Grès du Hohgant, ne me paraît pas encore suffisante pour prouver que les couches à Cérithes des Diablerets représentent un niveau stratigraphique plus élevé que les couches à Cérithes du Sigriswylergrat.

Mettons maintenant ces questions de côté et acceptons sans réserve les parallélismes discutés par M. Boussac, en admettant qu'ils peuvent être justes. Eh bien, je me suis trompé, et les couches à Cérithes des Diablerets sont plus jeunes que les couches à Cérithes du Sigriswylergrat. « Sa méthode purement stratigraphique » — dit M. Boussac — a donc conduit M. Arnold Heim à une interversion complète de la succession des faunes ; bien que la paléontologie seule ne soit pas suffisante, elle n'eût point cependant permis une pareille erreur. Mais la paléontologie et la stratigraphie bien comprises sont toujours d'accord ». Evidemment cela semble être une erreur, mais pour moi une erreur de détail ; la méthode purement paléontologique en fait de plus grandes. C'est que, d'après ma conviction non ébranlée, les couches supérieures à grandes Nummulites (couches d'Einsiedeln) recouvrent l'ensemble des couches « priaboniennes » à petites Nummulites aussi bien que les couches inférieures à grandes Nummulites.

J'accepterai que les couches à Cérithes, dans le tableau synchronique de mon mémoire (p. 141), doivent être déplacées légèrement, mais sans changement de la partie supérieure de la même et dernière colonne qui se rapporte aux Diablerets. Qu'il me soit permis de remarquer encore que je n'ai pas donné la position des couches à Cérithes du lac de Thoune sans faire de réserves (p. 140) et que j'ai insisté sur ces mots vers la fin de mon mémoire (p. 298) : Il faudrait, autant que possible, qu'un seul et même observateur ait observé et comparé les faits dans la nature. Or, c'est là le point faible de mon mémoire, puisque, étant convalescent, je n'ai pas pu faire de nouvelles observations dans les

1. Grès du Niesenhorn = Grès du Niederhorn (oberer Hohgantsandstein) d'après M. Boussac.

Alpes occidentales de la Suisse. Je n'avais plus alors, comme base de comparaison, que les travaux de Renevier sur les Diablerets. MM. Lugeon et Boussac nous ont apporté des observations nouvelles. Leur « argument péremptoire » nous apprend *qu'il faut placer les couches à Cérithes non dans les « Bürgenschichten » (Pilatusschichten inf.), mais à la partie supérieure des « Pilatusschichten » ou « Hohgantschichten »*. Dès lors, il faut reprendre la question du synchronisme des couches à Cérithes des Diablerets avec ceux du massif de l'Aar.

La *bipénaccordance symétrique*, dans la région du Wildhorn, est, d'après ces recherches, aussi nette qu'au Nord du lac de Thoune.

4. QUESTIONS PALÉONTOLOGIQUES. — M. Boussac me reproche de m'être basé sur « de vieilles listes données par de vieux auteurs ». Je n'avais pas l'intention de faire une révision des faunes de Mollusques déposées dans les musées de la Suisse. Il s'agit en grande partie de moules mal conservés et provenant de gisements non suffisamment déterminés. Il fallait donc bien faire un aperçu rapide des travaux qui existent. Un des points de départ principaux est l'attribution de l'âge lutétien de la faune d'Einsiedeln, que personne ne discute aujourd'hui. Quant à la faune des Diablerets, M. Boussac semble m'avoir mal compris. J'ai bien connu et cité plusieurs fois les travaux de M. Oppenheim, et je ne conteste nullement l'avis de M. Oppenheim et de M. Boussac que la faune des Diablerets corresponde à la faune célèbre de Priabona. Mais je dis que les recherches sur le Nummulitique de la Suisse m'amènent à attribuer un âge lutétien à ce Priabonien par suite de la superposition stratigraphique des couches d'Einsiedeln aux couches priaboniennes.

Puisque les étages chronologiques de l'Éocène ont été établis dans le bassin de Paris, je propose aux paléontologistes modernes de comparer de nouveau les faunes alpines directement aux faunes du bassin de Paris. On verra ensuite le peu de certitude des parallélismes des couches nummulitiques de la région alpine avec ceux du bassin de Paris. Au lieu de parler couramment d'un Priabonien comme représentant l'Éocène supérieur du bassin de Paris, ce que je ne puis pas croire, j'aimerais voir reprendre la preuve pour ce synchronisme. Je ne puis encore moins accepter le droit de parler, dans les Alpes Suisses, d'un Auversien, nom établi d'après les sables d'Auvers dans le bassin de Paris.

Traitant ensuite de la question chronologique des Nummulites, M. Boussac s'appuie principalement sur *N. Fabianii* comme

seule Nummulite caractéristique du « Priabonien ». C'est là un progrès de ne plus prendre comme caractéristique les autres petites Nummulites comme *N. Boucheri* et *N. contortus-striatus* que j'ai trouvées, aux environs du lac des Quatre-Cantons, mêlées avec des grandes Nummulites. *N. Fabianii* n'est connue dans la Suisse que de peu d'endroits ; elle est beaucoup moins répandue que les autres Nummulites. Ce sont là les meilleurs fossiles caractéristiques pour établir des synchronismes¹. Nous devons à M. Boussac d'avoir trouvé, en 1908, la première *N. Fabianii* de la Suisse.

J'avoue et j'avouais dans mon mémoire que les changements de faciès ne suffisent pas pour faire comprendre la localisation de *N. Fabianii*. Par contre je demande à M. Boussac pourquoi on ne trouve pas dans le « Ralligmarmor » du Sigriswylgrat, la *N. Fabianii*, puisque ces calcaires correspondent d'après lui-même, comme faciès et comme âge au calcaire à petites Nummulites des Diablerets et du Klein Hörnli qui contient ce Foraminifère en abondance. Mon ami répondra qu'on les trouvera peut-être encore au Sigriswylgrat.

Finalement, M. Boussac critique ma manière d'interpréter la localisation des petites Nummulites et des grandes Nummulites, en parlant d'une province franco-alpine et d'une province helveto-bavaroise. « Etranges, ces provinces zoologiques qui s'accroient ainsi l'une à l'autre dans un même géosynclinal. M. Arnold Heim avoue du reste qu'il ne s'en explique pas les raisons ». Evidemment, on ne peut, au fond, ni s'expliquer ces « provinces » ni la marche d'une nappe de recouvrement ; mais ce n'est pas là une raison suffisante pour dire qu'elles n'existent pas. Je me rends bien compte que la répartition des deux faunes dites faune lutétienne et faune priabonienne est très compliquée, que la dernière n'est pas exclusivement répandue, mais typique dans les Alpes françaises et la Suisse française, et que les deux peuvent, comme dans la Suisse occidentale, se superposer².

Depuis les découvertes de MM. Lugeon et Boussac dans les Alpes occidentales de la Suisse, la question de la faune à petites Nummulites se transforme un peu. En avouant que, à Engelberg, les grès à *Nummulites Fabianii* pourraient, comme dans la Suisse occidentale, représenter les « Pilatusschichten » supérieures (et non les « Pilatusschichten » inférieures) on pourrait dire

1. Comme par exemple *Pelloceras transversarium* parmi les Ammonites.

2. Dans mon mémoire, j'ai remarqué (p. 295) qu'il ne s'agit pas de provinces ordinaires telles qu'on les applique en général, et que la désignation de province est peut-être mal choisie.

que la *Nummulites Fabianii* serait localisée dans les Alpes Suisses, à ce niveau des « Pilatusschichten » supérieures, dans lesquelles on n'a, jusqu'à présent, pas encore trouvé de grandes Nummulites. Ces couches sont recouvertes par un ensemble puissant et peu ou point fossilifère de grès de Taveyannaz et de « Dachschiefer », qui supportent eux-mêmes le second grand niveau à grandes Nummulites, les couches d'Einsiedeln.

En constatant que les lignes principales de mon interprétation des synchronismes ne sont pas rejetées, je renouvelle l'expression de ma reconnaissance envers MM. Lugeon et Boussac, dont les travaux ont effacé une erreur de mon mémoire. Comme ce ne sera pas la seule, j'espère que de nouvelles corrections apporteront une clarté parfaite sur ces questions qui sont les plus difficiles de la stratigraphie alpine.

M. Boussac ne croit pas utile de prolonger, en ce moment, la discussion avec M. Arnold Heim ; il a dit, dans sa dernière note, tout ce qu'il avait à dire dans l'état actuel de la question. Mais il a observé, l'été dernier, des faits nouveaux, tout à fait en faveur de sa manière de voir, et qui changeront la face de la discussion. L'exposé de ces faits constituera sa réponse à M. Arnold Heim.

M. Boussac, toutefois, est heureux de constater que, dès maintenant, son savant confrère de Zurich a modifié ses idées sur la position stratigraphique des couches à Cérithes des Diablerets, et qu'il veut bien les considérer comme plus récentes que les grès du Hohgant.

PRINCIPAUX RÉSULTATS D'UNE RÉCENTE MISSION AU MAROC (ÉTÉ-AUTOMNE 1909).

PAR **Louis Gentil.**

J'ai parcouru en 1909, au Maroc, trois régions différentes : le pays des Zaër, la région de Fès et le Sud-Ouest marocain.

1° Le *pays des Zaër*, jusqu'ici inexploré, forme le prolongement des Chaouïa ; il appartient encore à la *Meseta marocaine*.

La pénéplaine primaire n'y est pas recouverte par le Crétacé qui s'arrête à la limite des Smâla, au Nord du Tâdla. Dans la partie orientale, chez les Guefian, elle montre un relief de rajeunissement dans des schistes, des quartzites et des calcaires paléozoïques recouverts par les couches rouges, avec roches volca-

niques, du Permo-Trias ; on retrouve là, la structure des Mdakra ¹. Enfin une ellipse granitique (granite à mica noir avec cortège de granulites), qui a fortement métamorphisé les schistes paléozoïques, forme un plateau qui rappelle, par ses arènes et son modelé, certaines parties du Morvan.

Au point de vue tectonique, les vestiges de la chaîne hercynienne offrent un grand intérêt. J'ai montré que cette chaîne prenait, dans le Nord des Chaouïa, une brusque direction armoricaine pour aller s'effondrer sous les eaux de l'Océan entre Bouznika et Rebat ². Chez les Zaër, au contraire, la chaîne primaire prend une direction nettement varisque par suite d'une virgation de ses plis vers le NE. des Chaouïa ; elle semble se poursuivre encore dans le massif montagneux des Zaïan que j'ai pu toucher sans pouvoir le pénétrer dans la vallée supérieure de l'ouad Grou. C'est à cette limite que semble d'ailleurs s'arrêter la *Meseta marocaine*.

La zone littorale des Zaër, chez les Mzarâ, est couverte par le Pliocène avec les mêmes faciès que dans la zone littorale des Chaouïa. Le Miocène à grandes Huîtres du 2^e étage méditerranéen affleure sur la bordure orientale et se trouve en continuité vers le Nord, avec le Miocène de la vallée de l'ouad Bou Regreg.

Enfin la zone des terres fertiles se poursuit sur les calcaires gréseux pliocènes des Mzarâ, comme dans les Chaouïa.

2^o La région de Fès est très intéressante. Le Jurassique, reconnu depuis longtemps aux djebel Zalar' et Zerhoun, ne paraît pas très fossilifère ; mais une étude stratigraphique détaillée s'impose qui, en amenant la découverte de beaux gisements, offrira beaucoup d'intérêt, surtout dans le Zerhoun. Une ascension dans ce massif m'a permis de voir que le Jurassique des environs de la capitale marocaine forme une série de dômes et de cuvettes synclinales rappelant ainsi la structure du Rif occidental que j'ai observée entre le dj. Kelti, Tétouan et le Mont aux Singes. A ce point de vue, Fès se trouve encore dans la zone plissée du Rif.

La région a été envahie par la mer miocène dès le début de l'Helvétien ; on y rencontre d'abord des argiles épaisses à grandes Huîtres, surmontées de bancs de poudingues, puis de grès argilo-sableux. Enfin des marnes et calcaires marneux blanchâtres couronnent cette série concordante.

Les argiles sont helvétiques et les conglomérats tortoniens ;

1. LOUIS GENTIL. Rapport sur une mission scientifique au Maroc en 1908. *Nouv. Arch. Miss. scientif.*, t. XVIII, p. 29-47.

2. *Loc. cit.*, p. 43-44.

quant aux couches blanches elles ne peuvent représenter qu'un faciès du Tortonien ou plus vraisemblablement le Sahélien.

Le Miocène inférieur n'existe pas, du moins sur le parcours que j'ai suivi entre Fès et Kçar el Kebir, par la nzala Beni Amar. Il semble bien, ainsi que je le faisais entrevoir depuis deux années, qu'il y ait transgression du Miocène moyen et du Miocène supérieur dans le *détroit Sud-Rifain* lequel, rétréci au seuil de Taza, s'est étalé vers l'Ouest jusqu'à Larache et sur la *Meseta marocaine*.

Il est impossible d'admettre avec M. Brives la grande extension des affleurements triasiques dans le R'arb, cet auteur ayant confondu avec le Trias gypseux, les argiles helvétiques dans lesquelles on trouve seulement, de loin en loin, des pointements exigus de Trias lagunaire, avec ou sans roches ophitiques, tel qu'il se montre fréquemment dans le Tell algérien. Et cette confusion de mon savant confrère entache assez gravement les déterminations stratigraphiques de sa carte géologique, du moins suivant la route que j'ai suivie ¹ de Fès à Tanger par Kçar el Kebir.

3° Dans le *Sud-Marocain* j'ai excursionné chez les Abda, puis j'ai gagné Mogador en recoupant l'ouad Tensift et le djebel Hadid.

Le pays des Abda appartient encore à la *Meseta marocaine* ; le Pliocène y recouvre le Crétacé ou des niveaux élevés du Jurassique, et partout il supporte des *tirs* ou des *hamri*.

J'ai en outre parcouru, entre Mogador et Agadir, l'extrémité occidentale du Haut-Atlas, région dont j'avais rapporté, à mon premier voyage (1905), d'importants documents paléontologiques, surtout du Crétacé. Je n'ai malheureusement pas pu revoir à loisir tous les gisements que j'avais antérieurement trouvés à cause de l'état d'hostilité des tribus entre elles, par contre, j'ai découvert de nouveaux points fossilifères assez nombreux, qui me permettront de préciser mes premières données stratigraphiques et de les compléter. C'est ainsi que j'ai pu constater que le Jurassique dont j'avais signalé la présence dans les anticlinaux qui descendent vers le littoral atlantique, est beaucoup plus développé que je le supposais.

Enfin, au point de vue tectonique, j'ai apporté sur la structure du Haut-Atlas occidental de nouvelles données, ainsi que le montre ma précédente communication.

1. A. BRIVES. Voyages au Maroc, Alfred Jourdan, Alger, 1909, feuille III.

PRINCIPAUX RÉSULTATS GÉOLOGIQUES DE LA MISSION LEGENDRE AU PAYS LOLO (SETCHOUAN, CHINE).

PAR LE **docteur Legendre** ET **Paul Lemoine**.

Le pays lolo, que le Dr Legendre a exploré, est habité par des populations à peu près indépendantes de Chinois ; il se trouve au SW. de la province de Se-Tchouan. Son étude offre donc un certain intérêt au point de vue français ; car on peut penser qu'il rentrera dans notre zone d'activité commerciale.

Cette région était absolument neuve au point de vue géologique. Seul un itinéraire de Loczy la borde au Nord et un itinéraire de Leclère passe à 130 km. au Sud. Elle a 400 km. de longueur et 250 km. de largeur ; le Dr Legendre n'a pas parcouru moins de 2 000 km. Le dépouillement des renseignements consignés sur ses carnets pendant tous ses voyages et leur comparaison avec les échantillons rapportés¹ a permis de dresser une carte géologique au 1/500 000 de cette région.

On a distingué les groupes suivants² : 1) *granites*, *granulites*, *pegmatites*, *gneiss*, etc. ; 2) *Schistes et micaschistes*, souvent accompagnés de filons aurifères ; 3) *Cipolins* ; 4) *Porphyres* très développés en plusieurs points ; 5) *Grès*, quelquefois intercalés de roches éruptives ou traversés par elles ; des subdivisions y seront établies ; 6) *Calcaires* formant tous les hauts plateaux du pays lolo et déterminant l'apparition d'un paysage très caractéristique (tours, donjons, etc.).

La position de ces grès et surtout de ces calcaires dans l'échelle stratigraphique ne laisse pas d'être assez préoccupante. La division supérieure des grès (grès de Tchen-Tou) a bien fourni quelques fossiles à Loczy. Ces fossiles lui ont permis d'attribuer à ces grès un âge liasique en certains points, triasique en d'autres. Mais, en ce qui concerne les calcaires, nous n'avons aucune donnée d'âge. Bien plus, les calcaires signalés dans les régions environnantes par Loczy ou par Leclère se trouvent, soit intercalés dans les grès, soit en dessous d'eux. Cependant ceux qu'a vus le Dr Legendre sont, presque partout, nettement au-dessus des grès. Localement, en plusieurs points, ils sont comme effondrés au milieu d'eux.

1. Ces échantillons sont déposés dans les collections de Géologie du Muséum ; M. Stanislas Meunier a bien voulu en confier l'étude à M. Paul Lemoine.

2. Il n'y a malheureusement aucun fossile parmi les échantillons rapportés, de sorte que les distinctions sont purement lithologiques.

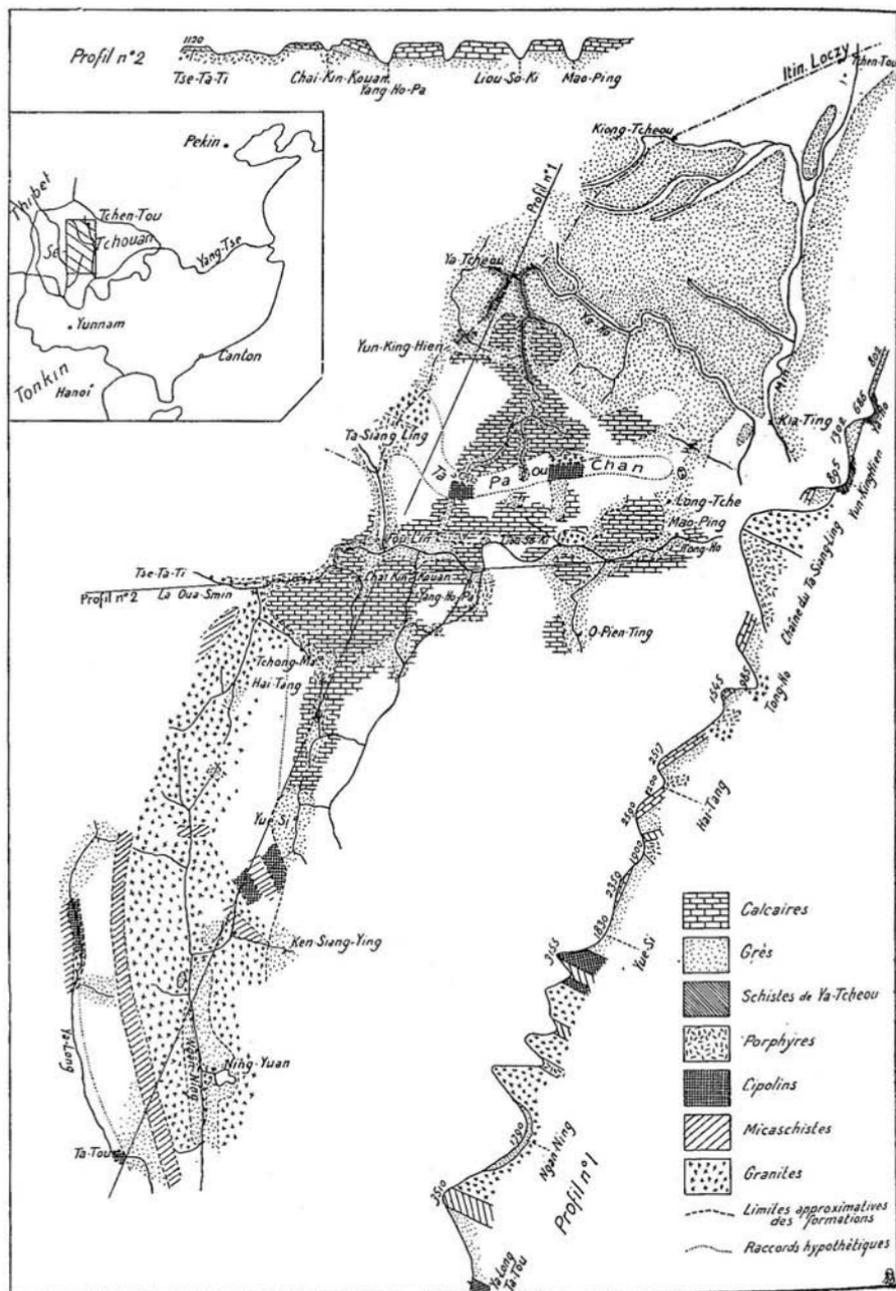


FIG. 1. — Carte et coupes géologiques schématiques du PAYS LOIO. —
 1/2 500 000 env.

La répartition géographique des accidents tectoniques est assez intéressante. On constate d'abord l'allure NS. des grands accidents de la feuille. L'axe anticlinal, occupé par le granite qui va de Ning-Yuan-Fou à Tsé-Ta-Ti, a nettement cette direction. Il est bordé à l'E. par un pays gréseux ou calcaire, à l'W. par une bande de micaschistes extrêmement curieuse, recoupée quatre fois, qui a toujours à peu près la même largeur et qui est jalonnée en un grand nombre de points de son parcours par des filons de quartz aurifère. Au milieu de ce grand anticlinal granitique se trouve un synclinal secondaire occupé par des grès. Le synclinal gréseux coïncide d'une façon très nette avec le grand sillon rectiligne qu'occupe la rivière Ngan-Ning. Ces accidents NS. sont d'ailleurs bien connus plus à l'W. et paraissent être la caractéristique tectonique de cette portion de l'Asie. Un autre accident assez net sur la carte a une direction tout autre, presque EW. ; il coïncide avec la grande chaîne appelée *Ta-Pao-Chan* par le Dr Legendre et qui prend tout son développement au col du Ta-Siang-Ling ; cinq itinéraires ont recoupé sur une longueur de plus de 100 km. des pointements de porphyres, de granites, de cipolins, à des altitudes très élevées. Il paraît séparer deux bassins assez nets : au N., le bassin de *Tchen-Tou* où la partie supérieure du système gréseux (grès rouges de Tchen-Tou) occupe la plus grande surface ; au S., le pays *Lolo*, où les masses calcaires ont subsisté au-dessus des grès, donnant à ce bassin un aspect montagneux très accentué. Il faut ajouter de plus que les grès rouges de Tchen-Tou, très développés dans le premier bassin, paraissent plus réduits dans le second, tandis que des grès psammites, à leur base, prennent un développement considérable.

Le détail de l'allure tectonique présente de très grosses difficultés. Une série de failles amènent le calcaire à des altitudes plus ou moins élevées et le mettent en contact brusque avec un terme quelconque du système gréseux. De plus les calcaires ne paraissent pas reposer toujours sur les mêmes terrains ; il a semblé au Dr Legendre en contact tantôt sur les grès rouges de Tchen-Tou, tantôt sur les psammites, tantôt même, directement sur les porphyres.

C'est là avec la recherche de fossiles, l'un des problèmes que le Dr Legendre aura à résoudre lors de son prochain voyage dans le pays Lolo, mais dès à présent les résultats d'ensemble ont paru assez importants pour être exposés ici.

Séance du 21 mars 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Charles Marquet**, ingénieur civil des Mines, à Asnières, présenté par MM. A. Lacroix et de Romeu.

Jean de Gardailiac, substitut du Procureur de la République, à Grenoble, présenté par MM. Kilian et David Martin.

Th. Beugnot, licencié ès sciences, vétérinaire-major au 32^e régiment d'artillerie à Orléans, présenté par MM. Haug et Lanquine.

Une nouvelle présentation est annoncée.

M. **L. Cayeux** offre à la Société les tirés à part suivants : 1^o « Découverte de l'*Elephas antiquus* à l'île de Délos (Cyclades) » (*CR. Ac. Sc.*, CLXVIII, p. 1089-1090, 1908); 2^o « Le quartz secondaire des minerais de fer oolithique du Silurien de France et son remplacement en profondeur par du fer carbonaté » (*Ibid.*, CLXIX, p. 1095-1097, 1909); 3^o « Évolution minéralogique des minerais de fer oolithique primaires de France » (*Ibid.*, p. 1388-1390); 4^o « Prolongement des minerais de fer oolithique siluriens de la presqu'île armoricaine sous le Bassin de Paris » (*Ibid.*, CL, p. 134-135, 1910); 5^o « Les Algues calcaires du groupe des *Girvanella* et la formation des oolithes » (*Ibid.*, p. 359-361).

M. **Joleaud** envoie une note intitulée : « Géologie et Paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords. Description des terrains quaternaires. Fascicule 1 (*Soc. linn. de Provence*, mém. n^o 2).

L'auteur a conclu de l'étude stratigraphique des terrasses situées au-dessus des lits actuels et des forages effectués dans les dépressions alluvionnaires que le niveau des eaux continentales ne s'est pas abaissé d'une façon progressive et continue jusqu'à son altitude actuelle. A plusieurs reprises, les vallées de la région envisagée ont été creusées très au-dessous de la cote des cours d'eau de notre époque. Ces variations d'allure qui paraissent avoir été en rapport avec les grands mouvements positifs et négatifs de la mer quaternaire ont déterminé des *phénomènes de capture* intéressant tout particulièrement les cours inférieurs de la Durance et de la Sorgues-Aurèze.

Ph. Négris et Const. A. Ktenas. — *Sur l'âge triasique du calcaire de l'Acrocorinthe.*

L'Acrocorinthe et les collines de Pente-Skouphia à l'Ouest sont formées de calcaires récifaux semicristallins blancs, alternant avec une formation composée de jaspes et de schistes avec bancs d'un calcaire noir rempli d'organismes oolithiques (près de la première porte de la forteresse); cette formation contient aussi des roches ophitiques.

Le calcaire des deux collines les plus méridionales de Pente-Skouphia contient des coraux que M. le professeur A. Rothpletz a rapporté au genre *Thecosmilia*, très semblables d'ailleurs au *Lithodendron* des formations triasiques alpines; d'autre part une empreinte d'Ammonite provenant de la même localité a été rapportée par le même savant à la famille des *Arcestes*; M. Rothpletz a reconnu aussi que les organismes oolithiques qu'on trouve aussi bien dans les calcaires noirs que dans le calcaire blanc de l'Acrocorinthe, formant dans ce dernier des agglomérations sombres, sont très semblables à ceux du calcaire de Marmolata et d'Esino. Les formations de l'Acrocorinthe possèdent donc un âge *triasique*.

La présence, d'après M. Renz (*Zur Geologie Griechenlands*, 1909, p. 88), de Gyroporelles, probablement de *Gyroporella vesiculifera* GÜMBEL, dans le calcaire du Parnasse qui contient des coraux identiques à ceux de l'Acrocorinthe confirme cette manière de voir.

M. Négris a retrouvé en outre les mêmes coraux plus au Sud au chaînon de Sikiona dans un calcaire au-dessous du couvent de St-Nicolas.

Mais si l'âge du calcaire de l'Acrocorinthe doit être reculé, au Nord de l'isthme la présence de nombreux Rudistes dans le calcaire au Sud-Ouest de Mégare confirme l'âge créacé du calcaire du Mt Gerania, du moins dans la partie orientale, comme Gaudry l'avait déjà constaté.

A. de Grossouvre. — *Observations sur les Creniceras Renggeri et Cr. crenatum.*

Ces deux espèces, très analogues et cependant faciles à distinguer en raison du mode différent d'enroulement de leurs tours, ont été parfois confondues: ainsi on a signalé la première dans les marnes à petites Ammonites ferrugineuses des environs de Niort, alors que s'y rencontre seulement le *Cr. crenatum*.

Jusqu'à présent je n'ai trouvé ces deux espèces que séparément et toujours à des niveaux bien distincts.

La première seulement dans les zones inférieures de l'Oxfordien telles que je les ai définies dans le *Bulletin* n° 58 des *Services de la Carte géologique de la France* : zone à *Am. Mariæ* et zone à *Am. Suessi* (cette dernière espèce souvent confondue avec le vrai *cordatus*).

Le *Cr. crenatum* ne se montre qu'au-dessus dans les zones à *Am. cordatus* et à *Am. canaliculatus*.

Le nom d'*Am. cordatus* doit être réservé uniquement au type défini par Sowerby, lequel correspond aux formes de l'oolithe ferrugineuse de Neuvizy : mais au-dessus du niveau caractérisé par cette espèce aussi bien qu'au-dessous existent des mutations qui doivent être distinguées. En particulier, dans la zone à *Am. canaliculatus* on trouve, assez rarement il est vrai, une espèce qu'au premier abord on peut confondre avec l'*Am. cordatus*, mais qui en est fort différente sous bien des rapports.

SUR QUELQUES VERTÉBRÉS FOSSILES DU SUD DE LA TUNISIE

PAR **M. Boule.**

Notre très regretté confrère Ph. Thomas m'avait prié de déterminer quelques ossements fossiles du Draâ-el-Djérid au Sud de la Tunisie. Ces ossements lui avaient été envoyés par M. Bour-saux, qui les tenait lui-même de l'auteur de leur découverte, M. le Dr Gobert.

Ces documents offrent un double intérêt : ils permettent de fixer l'âge d'une formation importante et sur le degré d'antiquité de laquelle les géologues ne sont pas d'accord ; ils nous révèlent en outre une curieuse association de types africains et de types asiatiques.

La masse principale de l'isthme qui sépare le chott el Djérid et le chott Rharsa est formée par des sables siliceux, blancs, parfois argileux et gypsifères, surmontés de grès ferrugineux, facilement désagrégés par les agents atmosphériques et riches en bois silicifiés. Ce puissant atterrissement recouvre de vastes espaces dans le Sud tunisien et dans le SE. algérien. Tissot en faisait du Pliocène ; Pomel et Ficheur l'ont placé dans leur « Oligocène continental ». Ph. Thomas lui avait assigné un âge mio-pliocène et cette vue est confirmée par les fossiles que j'ai examinés.

Les plus intéressants sont quelques dents de *Merycopotamus*, curieux artiodactyle de certains dépôts des Siwaliks où il était

jusqu'ici étroitement localisé. J'ai trois arrière-molaires supérieures qui ressemblent extraordinairement aux arrière-molaires des *Merycopotamus dissimilis* FALC. et CAUTL. J'ai aussi quelques prémolaires qui paraissent assez différentes de celles de cette dernière espèce, de sorte que le *Merycopotamus* tunisien devra probablement recevoir un nom nouveau.

J'ai aussi une cheville osseuse de corne de Ruminant, formée d'un tissu compact, qui ressemble beaucoup soit à une corne de *Tragocerus amaltheus*, soit à une corne de l'*Hemitragus perimensis* décrit par Lydekker et trouvé dans l'île de Périm avec *Dinotherium* et *Acerotherium*.

Le même lot comprend quelques ossements d'Antilopes de quatre tailles et probablement de quatre espèces différentes, impossibles d'ailleurs à déterminer. La plus grande atteignait presque la taille de *Palæotragus Roueni* de Pikermi ; la plus petite avait les dimensions d'une Gazelle.

Enfin une portion de la partie antérieure d'une mandibule de Crocodile peut être rapportée à l'une des deux espèces des Siwaliks : *Crocodylus sivalensis* LYD. ou *Cr. palæindicus* FALC.

Malgré leur petit nombre, ces documents sont des plus précieux. Ils révèlent d'abord, dans une région jusqu'ici peu explorée, l'existence de gisements de Vertébrés fossiles, gisements qui pourront fournir, un jour ou l'autre, de précieux matériaux d'études. Ensuite ils permettent d'assigner à une vaste formation géologique de l'Afrique du Nord une date plus certaine que celles jusqu'ici entrevues, et de la considérer comme à peu près synchronique des formations continentales qui jalonnent, sur une étendue immense, les gisements des Siwaliks, de Maragha, de Pikermi, de Samos, du Léberon, du Puy-Courny, de diverses localités espagnoles, etc.

Enfin l'existence, dans l'Afrique du Nord, de types de Mammifères essentiellement asiatiques, comme les *Merycopotamus* et les *Hemitragus*, mélangés avec de nombreux Ruminants de la faune éthiopienne, comme les Antilopes, est aussi un fait nouveau très digne de remarque. Il est de nature à nous fortifier dans l'idée qu'à l'époque de la formation des sables à végétaux silicifiés (aussi bien en Afrique que dans l'Inde où *Merycopotamus dissimilis* se trouve dans des *fossil wood sands*) l'Asie et l'Afrique étaient réunies par de vastes étendues continentales. Nous savons d'ailleurs que des relations, peut-être encore plus étroites, existaient en même temps entre l'Asie et l'Europe, ce qui n'a rien de surprenant, mais encore entre l'Europe et l'Afrique, la faune de Pikermi ayant un caractère essentiellement africain.

SUR LE PERMIEN DE MADAGASCAR

PAR **M. Boule.**

J'ai déjà fait connaître, par deux notes à l'Académie des Sciences, comment le capitaine Colcanap, correspondant du Muséum, avait, sur mes indications, exploré les formations de base de la série sédimentaire du SW. de Madagascar et avait eu la bonne fortune d'y trouver les traces d'une flore et d'une faune permienne. J'ai dit aussi comment, quelques mois après, il avait découvert de la houille dans ces mêmes terrains.

Je donnerai plus tard une note détaillée sur les observations stratigraphiques de notre très regretté confrère. En attendant je désire consigner ici quelques renseignements sur les principaux fossiles que j'ai reçus de lui.

On sait que les terrains rapportés par moi au Permien, mais qui comprennent peut-être du Carbonifère à la base et du Trias au sommet, sont formés d'un complexe très épais de schistes, de grès et de conglomérats. Ces derniers renferment parfois de très gros blocs noyés dans une roche qui a les caractères des *tillites* de l'Afrique du Sud et d'autres pays où l'on a décrit des formations glaciaires de l'ère primaire. On sait aussi que l'un des premiers échantillons que j'aie reçus de la vallée de la Sakamena présente une belle et très nette empreinte de *Glossopteris indica*.

Les Poissons, dont je n'avais fait que signaler l'existence, comprennent plusieurs formes. L'une d'elles se rapporte au genre nommé *Atherstonia* par M. Smith Woodward et ce fait est des plus intéressants, parce que le genre *Atherstonia* n'était connu jusqu'ici que de la partie inférieure de la formation de Karoo et de certains dépôts houillers des Nouvelles-Galles du Sud. Un de mes échantillons montre bien la forme générale, le suspensorium oblique, les grandes écailles dorsales, les sculptures des écailles, etc., caractéristiques d'un genre qui paraît être exclusivement antarctique et qui établit ainsi un lien paléogéographique des plus curieux entre l'Afrique du Sud, Madagascar et l'Australie.

C'est à tort que M. Smith Woodward a cru pouvoir rapprocher ces Poissons permien de la région SW. de Madagascar d'autres Poissons provenant des schistes argileux à filons aurifères du NW. J'avais parlé de ces Poissons dans mon cours public du Muséum en 1909 et je les avais rapportés au Trias, ce

que paraît confirmer l'étude récente de M. Henri Douvillé sur les Céphalopodes qui les accompagnent.

La belle et nombreuse collection de Quadrupèdes fossiles, que je dois à l'habileté et au dévouement du capitaine Colcanap, renferme plusieurs types. Malheureusement tous les échantillons, d'une conservation admirable d'ailleurs, sont privés de têtes, ce qui rend leur détermination très difficile. Je veux toutefois signaler, parmi les plus faciles à définir, quelques formes qui présentent un intérêt stratigraphique considérable.

J'ai de belles portions de colonnes vertébrales d'un quadrupède, probablement amphibien, au corps allongé et à très longue queue, ayant appartenu au genre *Urocordylus* ou à un genre très voisin. *Urocordylus* a été décrit par Huxley du terrain houiller de l'Irlande ; par Fritsch, du Permien de la Bohême ; par Cope — quoique sous des noms différents — du terrain houiller de l'Ohio.

J'ai déjà appelé l'attention sur la présence, dans les couches à *Glossopteris*, du squelette d'un Reptile voisin de l'*Hatteria* actuel et, par suite, des fossiles rhynchocéphales du Permien de divers pays (France, Saxe, Thuringe, Afrique du Nord, etc.). Les nombreux échantillons que je possède aujourd'hui dévoilent l'existence de plusieurs formes de ce groupe, représentées par des individus de divers âges, et confirment l'étroite parenté de la plupart des Reptiles permien de Madagascar avec l'*Hatteria* de la Nouvelle-Zélande, qui n'est peut-être qu'un survivant dégradé de ce groupe.

D'autres empreintes sont remarquables par la gracilité des os, qui ont dû être creux comme le seraient de petits os de Dinosauriens. Je n'ai pas besoin d'insister sur l'intérêt que pourra présenter, un jour ou l'autre, l'étude d'échantillons bien conservés de cette catégorie.

Enfin, je dois ajouter que Colcanap m'a adressé de nombreux fragments osseux isolés et provenant de la partie tout à fait supérieure du complexe grésoschisteux. Parmi ces échantillons se trouve une portion de mandibule d'un Amphibien stégocéphale de la taille d'un *Eryops*. Notre spécimen ressemble beaucoup à ceux du Trias et aussi à une mandibule, qui serait très grosse, de notre *Actinodon*. Ces couches supérieures peuvent donc appartenir encore au Permien. Quoi qu'il en soit, la présence d'un Stégocéphale de grande taille à Madagascar agrandit encore l'aire de répartition de ces animaux répandus à la même époque dans les régions les plus diverses et les plus éloignées du globe.

M. A. Lacroix s'associe aux regrets exprimés par M. Boule sur la mort du capitaine Colcanap. Ce vaillant officier ne bornait pas ses recherches à la paléontologie. Il a fait d'intéressantes observations sur la pétrographie du pays Mahafaly et a fourni à M. A. Lacroix les éléments de leur étude.

Les roches dominantes sont des gneiss parmi lesquels abondent des leptynites. Toutes ces roches sont riches en grenat almandin et en graphite qui y remplace souvent les micas ; il existe en outre en très grande abondance des cipolins riches en minéraux magnésiens (fors-térite, chondrolite, spinelle, phlogopite, etc.) et aussi de nombreuses roches silicatées basiques (gneiss à pyroxène, à amphibole, pyroxénites, roches à scapolite, etc.).

Toutes ces différentes roches constituent les galets des conglomérats permien dont vient de parler M. Boule.



NOTE SUR LA GÉOLOGIE DU SOUDAN

PAR **René Chudeau.**

I. Sénégal : 1° Le régime du fleuve ; 2° Les barrages du Sénégal. — II. Le bassin de Tombouctou : 1° Les schistes anciens ; 2° Les grès de Bandiagara ; 3° Les terrains crétacés ; 4° Les alluvions du Niger ; 5° Les produits latéritiques ; 6° Tectonique.

I. — SÉNÉGAL.

1° *Le régime du fleuve.* — Le régime du Sénégal commence à être connu dans ses grandes lignes¹ ; quelques points peuvent avoir un intérêt géologique.

On sait que le Sénégal, formé par la réunion du Bakoy, du Bafing et du Baoulé coule jusqu'aux chutes de Mafou (près de Médine, à 12 km. en amont de Kayes) en pays montagneux et en terrain imperméable. Plus loin, il ne reçoit, près de Bakel, qu'un seul affluent sérieux, la Falémé. Toutes ces rivières prennent naissance dans des régions où, chaque année, il pleut beaucoup pendant quelques mois ; en aval de Bakel, il ne reçoit presque plus rien.

De Kayes (km. 904²) à Diouldé Diabé (km. 416), le fleuve coule dans un pays moyennement accidenté et présente de nombreux barrages. En aval de Diouldé Diabé, il pénètre en plaine ; même dans cette dernière partie de son cours, le lit est habituellement bien encaissé ; aux basses eaux la hauteur des berges varie de 8 à 10 m. dans la partie amont, de 2 à 3 dans la partie aval.

Du voisinage de Bakel (km. 780) jusque près de Dagana (km. 164) sur une longueur de 600 km. le fleuve est doublé par une série de faux-bras (marigot de Doué, etc.) ; les thalwegs, morts aujourd'hui, qui, partant du Ferlo, aboutissent au lac de Guiers, semblent d'anciens bras du Sénégal³. Quelques lacs (Cayar sur la rive droite, Guiers sur la rive gauche) régularisent d'une manière très imparfaite les crues du fleuve.

Grâce à la hauteur des berges, le Sénégal ne couvre habituellement pendant les hautes eaux que quelques kilomètres à droite

1. HARDEL. Le régime du fleuve Sénégal. *Bull. Soc. Géog. Afr. occ. fr.*, I, 4, Déc. 1907, p. 243-267, 1 planche.

2. L'embouchure du Sénégal se déplaçant fréquemment, toutes les distances sur le fleuve sont comptées à partir de Saint-Louis (pont Faidherbe).

3. Capitaine VALLIER. *Revue des tronpes coloniales*, Janvier-Mars 1905.

et à gauche de son lit mineur ; par place cependant il s'étale beaucoup plus largement, comme dans le Gorgol (Kaeïdi, km. 513) et surtout le long du littoral de Mauritanie : en 1908, l'eau du Sénégal est venue jusqu'à la sebkha de Moulakcheb [100 km. au N. de Biack, 150 au N. de Saint-Louis]¹ ; les nombreux cadavres momifiés de Poissons d'eau douce, de Cychlidées surtout, qui couvraient le sol, confirmaient pleinement les indications des indigènes.

Le régime du Sénégal est très irrégulier : la crue débute à Kayes en juin et atteint son maximum en septembre (15 ou 16 m. pour les crues normales) ; elle n'est plus que de 8 à 9 m. à Podor, vers le 10 octobre, et de 1 m. 30 à Saint-Louis, vers le 1^{er} novembre.

A Kayes, le débit varie de 5 à 10 mc. par seconde à l'étiage ; pendant la crue, il atteint 4 à 5 000 mc. A Paris, les chiffres extrêmes observés sont 40 mc. et 2 400 (crue de 1658).

Pendant les basses eaux, la marée se fait sentir jusqu'à Diouldé Diabé (km. 416) par l'inversion du courant ; près de Boghé (km. 350) on a observé, en mai 1906, que le fleuve montait de 15 cm. en morte eau et de 36 en vive eau.

L'eau du Sénégal, qui est à peu près douce à Saint-Louis de septembre à novembre, est salée jusqu'à Richard Toll (km. 142) en avril et à plus de 200 km. de Saint-Louis, en amont de Dagana, en mai.

Malgré la faiblesse du débit à l'étiage et le peu de pente du Sénégal², l'évaporation joue un rôle important dans cette pénétration de l'eau de mer. Le capitaine Mathy a établi, par une série de mesures concordantes, que le coefficient moyen journalier de l'évaporation était de 12 mm. ; toute l'eau qui passe en saison sèche à Kayes serait complètement évaporée au bout de 400 km. environ ; des suintements le long des berges permettent au Sénégal de cheminer un peu plus loin, mais il n'atteint pas la mer ; d'où la rentrée d'eau salée. C'est en somme l'exagération du cas du Nil qui n'amène à la Méditerranée qu'une très faible fraction de l'eau qui est tombée sur son bassin supérieur.

1. D'après les renseignements indigènes, les crues arrivent fréquemment jusqu'à Ijder, à 160 km. au Nord de Biack.

2. A Kayes, la plateforme du chemin de fer est à la côte 37,50 ; elle domine d'une vingtaine de mètres les barrages du fleuve. Cela fait donc, à l'étiage, à peine 20 m. de dénivellation jusqu'à l'embouchure, à plus de 900 km. de Kayes, soit environ $2,2/1000\ 000$, de pente moyenne, moins que le Pô à son embouchure ; de Diouldé Diabé (416 km.) à la mer, elle n'est plus que de $0,5/100\ 000$.

2° *Les barrages du Sénégal.* — De nombreux barrages sont de simples bancs de sable, d'autres sont rocheux. J'ai pu examiner quelques-uns de ces derniers.

À Diouldé Diabé, la roche est un calcaire en bancs horizontaux de couleur claire avec parfois une patine foncée. Ce calcaire est surmonté de grès tendres et de formations latéritiques. Un peu plus loin, le village de Daouabel, sur la rive nord du fleuve, est bâti sur un plateau limité par une falaise de 4 à 5 m. formée de calcaires blancs avec quelques rognons de silex.

Ce sont des formations récifales appartenant probablement à l'Éocène.

Au microscope, un échantillon de Diouldé montre une section des *Lithothamnium*; il y a aussi des débris de Bryozoaires et des baguettes d'Oursins.

A Kaeïdi¹, au confluent du Sénégal et du Gorgol, des grès tendres bariolés ont une puissance de 8 à 10 m. Ils sont souvent blancs avec taches violettes ou jaunes, parfois jaunes ou rouges. Autour du village, les mêmes grès forment une série de plateaux (+ 20 m.) disposés en demi-cercle; le poste est bâti sur un plateau semblable, auprès du village. Ces grès sont souvent recouverts de produits latéritiques; ils sont parfois aussi sursilicifiés à la surface et rappellent des quartzites.

Les hauteurs de Djeoul et de Dindin que je n'ai vues que de loin m'ont semblé identiques à celle de Kaeïdi. Ces grès horizontaux, probablement éocènes, se montrent de temps à autre jusqu'au coude d'Orndoldé.

A partir de Manaëli, les crêtes de quartzites très redressées deviennent fréquentes; les phyllades et les micaschistes plus altérables sont moins souvent visibles.

La direction des affleurements est un peu variable; le barrage de Diaoura [756 km.] est orienté NW.-SE. plongeant 40° SW.; à Bakel [780 km.] les quartzites sont NS.; à Yafera, les micaschistes plongent de 45° vers le Nord; leurs affleurements sont ENE.-WSW. A Diagourtoura la même roche affleure NE.-SW., avec plongement de 30° vers NW. À Goutioubi [825 km.], un peu en amont de la Falémé, se montrent des schistes brun-chocolat parfois bariolés et des quartzites (affleurement NS., plongement vers W). Jusqu'à Kayes les schistes semblent former partout le fond du pays; les accidents topographiques principaux sont formés par des roches éruptives (porphyres de Solou).

Les barrages de Kayes sont formés par un granite amphibolique, celui d'Ambidédi par une arkose.

1. Entre Daouabel et Kaeïdi, la roche de Kern est un grès noir, à ciment ferrugineux, du type latéritique.

II. — LE BASSIN DE TOMBOUCTOU.

1° *Les schistes anciens.* — Les schistes anciens sont bien représentés dans le bassin de Tombouctou. Ils occupent une surface considérable dans le Gourma, dont la mare de Gossi occupe le centre.

Ils sont constitués surtout par des schistes argileux dont l'altération superficielle donne naissance à des plaines horizontales, très plates, sans réseau hydrographique. En mettant à part quelques grandes mares souvent permanentes (Gossi, Hékia) qui ont probablement une origine tectonique, la plupart des points d'eau secondaire que l'on rencontre entre Hombori et Bamba semblent avoir une origine humaine; ce sont des mares artificielles, des ébauches de citernes.

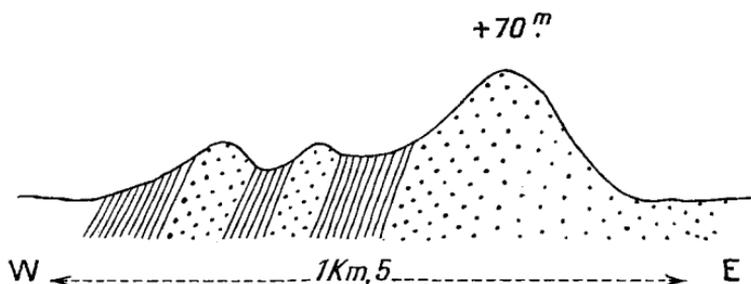


FIG. 1. — CRÊTE D'HÉKIA.

Phyllades et quartzites contenant l'un et l'autre de nombreux cristaux de pyrite. Affleurement N 1/4 NW. Plongement 60° W.

De loin en loin des crêtes de quartzites émergent des schistes; deux d'entre elles, proches de Hombori, élevées d'une centaine de mètres, portent les villages de Tondibougou et de Bélia. Des crêtes aussi importantes se trouvent au Nord de la mare d'Hékia; on en connaît quelques autres de même altitude (capitaine Aynard, capitaine Gagin). Beaucoup sont moins élevées: 25 m. près de Gossi, 4 ou 5 seulement près de la mare d'Amoura.

Ces quartzites sont concordantes avec les schistes et font partie du même ensemble comme le montre la coupe (fig. 1).

Ces schistes renferment aussi quelques lentilles calcaires (fig. 2). L'une d'elles est exploitée depuis fort longtemps un peu au NW. de Bélia. La bande exploitée a 40 ou 50 m. de large sur un kilomètre de long de l'Est à l'Ouest; les travaux consistent en trous de quelques mètres carrés de surface et profonds de 1 m. 50 à 2 m.; on enlève les dépôts argilo-sableux qui cachent le calcaire à surface très érodée et qui semble avoir été longtemps exposé au ruissellement (je n'ai pas vu d'indices d'usure par le sable).

L'exploitation a pour but la fabrication des bracelets de bras (abedj) portés par tous les Touaregs et beaucoup de peuplades noires, aussi ne cherche-t-on à extraire que de petits morceaux de marbre. A Hombori où les bracelets sont fabriqués, ils valent en moyenne 50 centimes et l'on en fait environ 1500 par an.

Le Gourma conserve des caractères analogues vers le Sud jusqu'à Dori et peut-être jusqu'à l'Atacora ; il y a lieu toutefois de remarquer que le métamorphisme est plus accentué vers le Sud comme vers l'Est et que les roches éruptives (basiques surtout) jouent un rôle important. Notons aussi, à proximité de l'Atacora, l'existence d'un plateau gréseux analogue à celui de Bandiagara.

Dans le Mossi, plaine dont l'altitude varie entre 300 et 400 m. on trouve de puissants massifs de roches granitiques et des assises

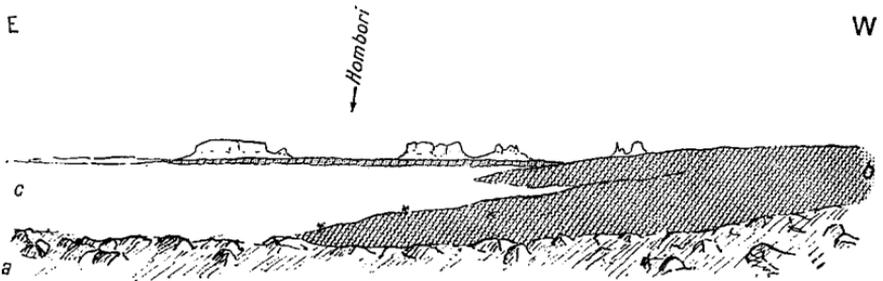


FIG. 2. — LA CHAÎNE DE HOMBORI, vue de Béliá.
a et b. Quartzites de Béliá ; c, Plaine ensablée, couverte
d'une végétation de parc.

en général peu épaisses de gneiss et de micaschites ; quelques dômes granitiques surmontés de frontons gréseux forment les seuls reliefs (pic de Naouri, 600 m., pic de Bouyolo, 650)¹.

Vers l'Ouest, suivant une ligne NS. allant en gros de Tombouctou à Douenza, les terrains schisteux du Gourma disparaissent sous les alluvions du Niger ; au Sud du plateau du Bandiagara, il y a aussi de puissantes masses argileuses d'alluvions ; cependant on a trouvé, au fond de quelques puits entre Bandiagara et le Mossi, des gneiss et des micaschistes qui semblent indiquer que toute cette partie de l'Afrique a la même structure (Vuillet).

Au Sud de cette plaine argileuse apparaissent les terrains cristallins supportant par place des plateaux gréseux.

Au Nord du Niger, entre le puits d'El Arouk et Bou Djebha, le petit désert pierreux d'El Hadjeirat domine de 2 à 3 m. la vallée (?) où se trouve El Arouk ; sa largeur de l'Est à l'Ouest est

1. MARC. Le Pays Mossi. Paris, 1909, p. 72-77.

d'une quarantaine de kilomètres. Il est formé de bandes de gneiss, des micaschistes, de phyllades avec de rares bancs de quartzites qui sont en saillie de 1 à 2 m. seulement ; le même type se retrouve dans l'Adrar des Iforas.

En quelques points se trouvent des grès tendres horizontaux et des lambeaux latéritiques, reposant sur les schistes verticaux.

A 60 km. au N. de Tombouctou, la crête de quartzite de Tardart est peut-être le prolongement méridional d'El Hadjeirat. O. Lenz signale entre Araouan et Taoudenni, une plaine étendue, couverte de gros blocs de pierre qui sont presque exclusivement des fragments de quartz blanc et grès qui relie peut-être El Hadjeirat avec les terrains schisteux de l'Aouker décrits par Mussel au Nord de Taoudenni.

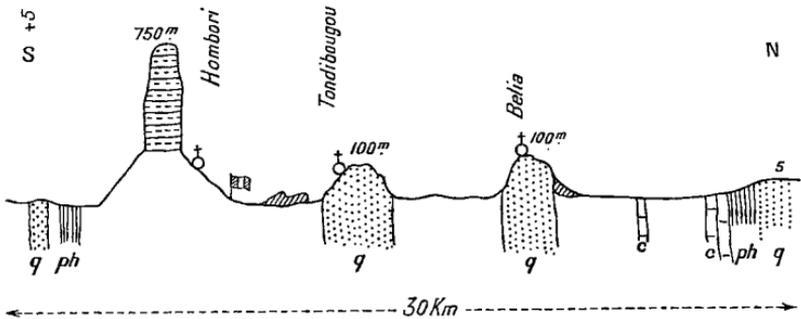


FIG. 3. — Coupe de HOMBORI A LA CARRIÈRE DE MARBRE.
q, Quartzites ; ph, Phyllades ; c, Calcaires.

Les cotes sont comptées à partir du poste de Hombori (indiqué par un pavillon), et dont l'altitude est probablement voisine de 260 m.

Enfin au SW. de Tombouctou, sur la rive gauche du Niger, vers Niodougen et Sumpi, on connaît des quartzites feldspathiques, métamorphisées et d'aspect ancien¹.

2° *Les grès de Bandiagara et de Hombori.* — Depuis la rive droite du Bani jusqu'à Hombori, sur une longueur de 300 km., s'étend un plateau constitué essentiellement par des grès presque horizontaux². Il y a toutefois un léger plongement vers l'Ouest : à quelques kilomètres à l'Est de Sofara (260) (sur le Bani, à 40 km. au Sud de son confluent avec le Niger), la table du plateau est à quelques mètres seulement au-dessus de la vallée ; à Douenza (180 km. de Sofara), le plateau est à 500 m., enfin à Hombori (300 km. de Sofara), les grès atteignent l'altitude 1000 m.³.

1. O. LENZ. *Timbouctou*, trad. Lehaucourt, Paris, 1887, II, p. 82 (3 juin 1880).

2. LACROIX in DESPLAGNES. *Le Plateau Central nigérien*, Paris, 1907, p. 10.

3. Le plus fort plongement que j'ai noté, est de 15° vers le Nord, auprès de Dé ; encore a-t-il un caractère local.

Ce plateau, assez étroit du Nord au Sud (60 km. plus), est découpé en plusieurs tronçons, nombreux et de petite taille vers l'Est, au delà de Douenza ; à Hombori même quelques-uns des tronçons sont de véritables aiguilles. Cette plus grande intensité de l'érosion est en rapport avec l'altitude (fig. 3).

La masse principale de ces grès, le plateau de Bandiagara au sens strict, est limité de tous les côtés sauf à l'Ouest vers le Bani par une falaise élevée présentant presque partout une muraille verticale d'une soixantaine de mètres, pratiquement infranchissable, sauf le long de quelques ravins. De Douenza à Hombori les plateaux sont séparés par de larges vallées à fond argileux, transformées en marécage pendant la saison des pluies. Bien que les quartzites et les schistes verticaux n'apparaissent nettement qu'un peu à l'Est de Simbi-Dissi, au voisinage de la chaîne de Hombori, il est vraisemblable que le sous-sol de ces vallées appartient aux schistes anciens (fig. 3).

Les grès qui constituent ces plateaux sont de couleur claire ; comme grains, ils sont très variables et passent parfois à des poudingues. Au point de vue minéralogique, ce sont des quartzites contenant rarement autre chose que du quartz, sauf du côté de Hombori où certains bancs sont des arkoses¹.

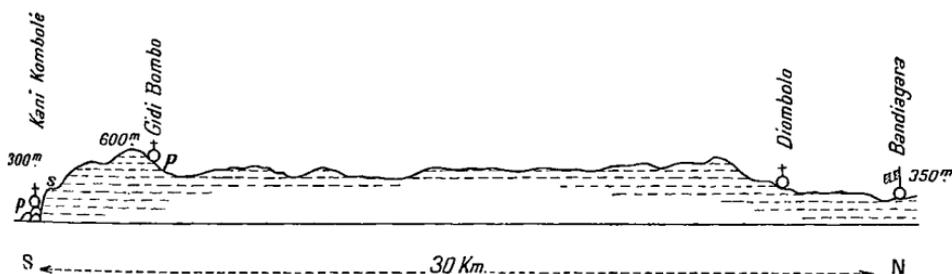


FIG. 4. — Le PLATEAU DE BANDIAGARA.

p, Puits ; s, Source (altitudes au-dessus du niveau de la mer).

La coupe (fig. 4) montre la forme de la falaise qui limite le plateau : presque partout l'aspect est le même. La muraille verticale par laquelle elle débute a en général de 60 à 80 m. de haut ; elle est creusée de distance en distance de cavités qui semblent être des marmites latérales. Un grand nombre de ces cavités, actuellement inabordable pour la plupart, sont occupées par des tombes anciennes.

Cette paroi verticale est d'une grande aridité et ne porte ni arbre, ni herbe ; au-dessus, la végétation reparait. Même en cer-

1. A. LACROIX, in DESPLAGNES, Le Plateau central nigérien. Paris, 1907, p. 10.

tains points assez rares, au-dessus de Kanikombolé par exemple, il existe une source ou plutôt un suintement (fig. 4). Ceci rend vraisemblable l'existence d'un niveau imperméable, argileux, trop laminé aux affleurements pour être visible au milieu des grès et cette impression est confirmée par l'étude des puits : dans la plaine, au Sud du plateau, pendant la saison sèche on ne trouve d'eau que dans des puits de 25 à 30 m. Sur le plateau, les villages ont des puits profonds de 5 à 10 m.

Des grès très analogues à ceux de Bandiagara se retrouvent plus au Nord dans le lac Debo, d'où émergent plusieurs rochers, et surtout dans la région de Goundam où des plateaux gréseux atteignant tout au plus 100 m. pour les plus hauts bordent le lac Fati, le lac Télé, le Faguibine, etc.

Les quartzites en couches horizontales qui constituent ces plateaux de Goundam sont de couleur claire, à grain très variable, parfois très fin, plus souvent grossier (1 à 2 cm.). La stratification est fréquemment entrecroisée. Les bancs bien lités n'ont le plus souvent que quelques décimètres d'épaisseur, de sorte que les falaises verticales sont l'exception : j'en ai noté une seule, haute de 15 à 20 m. au sommet du plateau, près d'Alfao.

On connaît au Soudan un grand nombre de régions caractérisées par des plateaux gréseux horizontaux. L'absence des fossiles empêche de fixer leur âge.

Par leur allure générale et leur forme topographique, ils rappellent très exactement les tassili éodévonien de l'Ahenet ; ils semblent aussi très analogues aux grès de la Montagne de la Table (Capformation), qui sont eux aussi dévoniens.

3° *Les terrains crétacés.* — Les terrains crétacés, si développés dans la région de Tahoua¹ (Tamaské, etc.), sont représentés sur les bords du fleuve par des grès blancs, maculés de rouge et de violet, les grès du Niger qui de Niamey à Bourem forment, sur les deux rives du fleuve, de nombreuses falaises et de nombreuses collines, hautes d'une vingtaine de mètres.

Sur la rive gauche, ces grès s'étendent très loin vers l'Est, et vont passer sous les calcaires à *Cardita Beaumonti* de l'Adrar de Tahoua. Sur la rive droite, ils ne s'éloignent du fleuve que de quelques kilomètres.

Au Nord du Niger, on connaît avec certitude le Crétacé qui borde l'Adrar des Iforas, où il forme l'Adjouz, et qui s'étend vers l'Ouest au moins jusqu'à Mabrouka. On a signalé des fossiles

1. GARDE. Sur l'âge des terrains fossilifères de l'Adrar Douchi. *B.S.G.F.*, (4), IX, 1909, p. 389.

auprès d'Ormaïort au Nord de Bamba. Dans l'itinéraire que j'ai suivi de Bamba à Bou Djebaha, on traverse d'abord une région argileuse où les débris de quartz et de quartzites sont fréquents ; c'est probablement la suite de la plaine du Gourma. Mais le pays est très ensablé et l'on voit fort mal. Les puits sont très profonds (50 m.) ; ils sont murillés avec des grès ferrugineux. Toutefois, auprès du puits de Rezaf, les tombes d'un cimetière sont entourées de cercles de pierres où à côté des grès dominants, se trouvent des *marnes* blanches dont je n'ai pu savoir la provenance, mais qui ont dû être prises au voisinage ; Rezaf serait donc probablement dans le Crétacé et par suite toute la région au Nord de Bamba.

4° *Les alluvions du Niger.* — Depuis Koulikoro jusqu'au voisinage de Sansanding, le Niger est généralement encaissé entre des berges hautes de 5 à 6 m. au moins aux basses eaux. Son lit est parfois semé d'îles également élevées et qui ne couvrent que par les grandes eaux (à 25 km. en aval de Nyamina par exemple).

Ces berges sont habituellement de couleur grisâtre, argilo-sableuses, résistantes et percées partout de cavités labyrinthiformes de 2 à 3 mm. de diamètre et que l'on peut probablement attribuer au travail des Termites. On sait que Passarge, dans le désert de Kalahari, attribue un rôle considérable aux animaux fousseurs.

Ces alluvions dures sont probablement anciennes ; du moins voit-on, en certains points, des traces de vallées de petits affluents du Niger qui les entaillent de un mètre, et qui sont comblées par des alluvions plus récentes ou du sable d'origine éolienne.

De Sansanding jusqu'au voisinage de Bamba, les berges disparaissent ; au moment des crues, le fleuve déborde d'une centaine de kilomètres à droite et à gauche, ne laissant émerger que quelques îlots. En tous temps, d'ailleurs, cette zone d'inondation, le Macina, dont le lac Debo occupe le centre, est sillonnée par de très nombreux bras du fleuve dont on a parfois comparé les ramifications à celles d'un delta.

La zone d'inondation qui couvre actuellement environ 4 millions d'hectares a été autrefois plus étendue. Depuis Tombouctou jusqu'à Bou Djebaha et Araouan, l'Azaouad est une plaine très horizontale où les seuls reliefs sont des chaînes de dunes hautes de quelques mètres.

A la suite de A. Chevalier, j'avais signalé l'existence à Tombouctou de Mollusques marins (*Marginella Egouen*, etc.), qui, par les détails donnés, semblaient prouver que la mer quater-

naire avait pénétré jusqu'au moyen Niger. D'après les renseignements que j'ai pu recueillir à mon dernier passage¹, les *Marginitella* ont servi autrefois de monnaie sous le nom de « Koroni » ; elles proviennent du Sahel. Ces informations indigènes recueillies par Dupuis Yacouba, sont confirmées par un examen direct du terrain : Toutes les carrières connues autour de Tombouctou et de Kabara, ne renferment que des Mollusques d'eau douce. Entre Tombouctou et Araouan (450 km.), six puits profonds d'une cinquantaine de mètres ont été creusés tout récemment ; à Araouan et à Bou Djebha, quelques puits venaient d'être curés au moment de mon passage. J'ai pu voir les matériaux de déblais de tous ces puits, ainsi que les échantillons envoyés à Tombouctou. On ne trouve jamais que des dépôts d'alluvions, des sables, des grès tendres, des argiles ; comme fossiles, quelques débris de Poissons et de nombreux Mollusques d'eau douce. Aucune forme n'est marine².

Ces Mollusques recueillis au Nord du Niger, sont surtout (détermination de Germain) :

<i>Planorbis Bridouxi</i> BOURGUIGNAT.	<i>P. (Isidora) Vaneyi</i> GERMAIN.
<i>Planorbula tchadiensis</i> GERMAIN.	<i>Limnæa africana</i> RUPPELL.
<i>Physa (Pyrrophyssa) Dunkeri</i> GERMAIN.	<i>Melanià tuberculata</i> MULLER.
<i>P. (Isidora) strigosa</i> MARTIN.	<i>Unio (Nodularia) sp.</i>
	<i>Corbicula Lacoini</i> GERMAIN, etc.

C'est en somme la faune typique du Tchad, plutôt que celle du Niger, qui est caractérisée par *Ætheria*, *Spatha*, etc.³.

Il s'agit donc de dépôts d'eau stagnante, de marécages en relation avec le Niger et non pas d'une faune d'eau vive. On peut remarquer en outre que ces Mollusques, qui se rencontrent un peu partout entre les dunes, présentent, en certains points seulement, pour toutes les espèces, des variétés naines : la nappe d'eau présentait donc des conditions de vie assez variables.

Ce caractère de la faune lacustre semble donc indiquer que ce n'est pas de ce côté qu'il faut chercher l'ancien lit du Niger, que

1. R. CHUDEAU. Non existence probable de la mer de Tombouctou. *B.S.G.F.*, (4), IX, 1909 p. 387.

2. Les calcaires sont assez rares ; cependant, à une vingtaine de kilomètres au SE. de Bou Djebha, on trouve à la surface du sol de très nombreux fragments calcaires, plus ou moins ciselés par le sable et qui semblent le dernier résidu d'un banc continu (calcaire lacustre intercalé dans les alluvions).

3. L. GERMAIN. Mollusques fluviatiles recueillis dans l'Azaouad. *Bull. Muséum H. N.* 1909, 6, p. 371. — Mollusques fluviatiles recueillis près de Kabarah *Bull. Muséum, H. N.* 1909, 7, p. 469.

quelques légendes recueillies à Tombouctou faisaient passer à Araouan ¹.

Il est vraisemblable toutefois que c'est l'eau du Niger qui alimente tous les puits situés entre Tombouctou et Araouan. Leur profondeur s'accroît rapidement. Autour de Kabara (port de Tombouctou, à 7 km. de la ville), elle est voisine de 1 m. 50 ; à Tombouctou même elle varie de 8 à 15 m. [Huchery, *in littéraris*] ; à Agonegifal (35 km. au Nord de Tombouctou) elle est de 42 m. et se maintient au voisinage de 50 m. jusqu'à Araouan (260 km. au Nord de Tombouctou) ; elle atteint 55 m. à Bou Djebha. La quantité de pluie qui tombe au Nord du Niger est insignifiante ; plusieurs années d'observations donnent pour Tombouctou une moyenne de 250 mm. et la pluie va en décroissant vers le Nord ; les chiffres précis font défaut, mais on sait que quand par hasard il pleut à Araouan, tous les habitants, craignant la chute de leur toiture, quittent leurs maisons et vont recevoir l'averse dans la rue. L'évaporation est considérable ; elle dépasse certainement le chiffre indiqué pour le Sénégal (12 mm. par jour). Malgré cela, tous les puits ont un bon débit : pendant les grandes caravanes, on alimente journellement, à Araouan et à Bou Djebha, 1 500 chameaux dont chacun boit de 75 à 100 litres.

À Araouan les puits, d'après les traditions recueillies et vérifiées par le Capitaine Grosdemange, présentent des crues régulières : l'eau y est très basse à partir du mois de mai, elle commence à monter en octobre et atteint son maximum en novembre (+ 4 ou 5 m.). Pour Bou Djebha, les observations sont moins précises, mais l'eau toujours fortement magnésienne, devient, de mai à septembre, difficile à supporter même pour les Ksouriens qui y sont habitués depuis leur enfance.

On sait que la plupart des puits de la région présentent des variations analogues, mais les données manquent de précision.

1. Les Maures, qui sont des demi-civilisés, ne sont pas absolument inconscients de la Géologie ; il est très possible que certaines de leurs légendes aient été inventées pour expliquer la présence de fossiles.

À propos d'un fait qui s'est passé au Touat au x^e siècle, un chroniqueur saharien qui écrivait vers le milieu du xvii^e, El Hadj Ahmed ben Youcef et Tinilani, raconte ce qui suit : « Les eaux courantes étaient à cette époque abondantes, ainsi que le prouvent les érosions profondes qui sont restées dans les roches dures de leurs rives jusqu'à nos jours. L'abondance des eaux est aussi démontrée par ce que l'on voit dans certains monticules dont les couches sont pleines de coquilles d'escargots et de mollusques d'eau, ainsi que cela est connu et se voit spécialement à l'Est du village de Tasfaout, près de la colline qui fait face au Timmi. » A. MARTIN. *Les Oasis sahariennes*, 1908, p. 63.

Les *Cardium* et les *Melania* de Tasfaout sont certainement très antérieurs au x^e siècle.

Ces changements de niveau des puits semblent en relation avec les crues du Niger ; dans la région de Tombouctou l'étiage se présente au commencement de juin, la crue débute vers le 15 juin et atteint son maximum (+ 6 m.) en janvier.

On sait, depuis les travaux de Figaret et Villatte¹, que la région du Faguibine est en contrebas d'une dizaine de mètres sur le lac Fati en communication constante avec le Niger et qui n'est qu'à 7 km. du lac Télé, branche sud du Faguibine. Même s'il y a eu erreur dans le nivellement, il ne saurait y avoir de doute sur le sens de la pente : le Télé est alimenté par le marigot de Goundam qui s'embranché sur le Niger au voisinage de Tombouctou ; au début de la crue l'eau y coule avec une vitesse très notable de l'Est à l'Ouest pendant 80 km. et son cours est interrompu par plusieurs rapides bien marqués.

Il semble donc bien que ce soit du côté de Faguibine qu'il faille chercher l'ancienne route du Niger vers le Nord ; il est bien probable qu'il y a conservé encore un lit souterrain. On ne voit pas trop autrement comment Oualata qui est un gros centre pourrait être alimenté en eau. A El Ksaïb (à 300 km. environ au Nord du Faguibine), dans le Djouf qui est une des parties les plus sèches du Sahara, d'après les renseignements indigènes recueillis par le Capitaine Grosdemange, on trouve abondamment de l'eau dans du sable qu'il suffit de creuser de 1 m. ou 2 m ; ce type de point d'eau (oglat, tilmas) n'est connu jusqu'à présent que dans les alluvions des oueds à cours souterrain bien alimenté.

Autour de Bandiagara, dans les ruisseaux importants, les blocs de grès qui se trouvent au fond du lit et sont inondés chaque année pendant l'hivernage sont recouverts d'une patine noire très brillante ; partout ailleurs la patine est grise ou noire. Le même fait se présente sur les blocs de roches éruptives, en particulier dans le lit du Niger.

5° *Produits latéritiques.* — Dans la partie de la région de Tombouctou que j'ai traversée cette année, il y a fort peu de roches éruptives, partant, pas de véritables latérites.

Les autres produits latéritiques sont assez fréquents.

Dans les berges du Niger, à Segou par exemple, on trouve des roches assez dures, de véritable pierre, de couleur brun rouge. Elles semblent provenir des argiles grises alluvionnaires dont elles ont conservé les perforations ; elles forment des bancs lenticulaires de 25 cm. à 30 cm. d'épaisseur, parfois davantage, qui se trouvent au niveau du fleuve pendant l'étiage.

1. VILLATTE. Le régime des eaux dans la région lacustre de Goundam. *La Géographie*, XV, 1907, p. 253-260.

Quelques-unes de ces latérites forment des récifs dans le Niger, à Ségou par exemple.

On observe des grès ferrugineux, auprès de Bandiagara tout au moins, dans le fond de petites cuvettes peu marquées où ils forment des affleurements de quelques mètres carrés; on en observe aussi souvent dans des ruisseaux secondaires, mais habi-

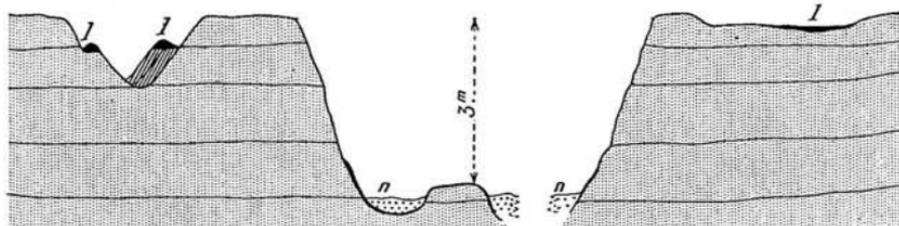


FIG. 5. — Patine et grès ferrugineux PRÈS DE BANDIAGARA.
n, Patine noire; l, Grès ferrugineux.

tuellement à plusieurs décimètres au-dessus du fond, le long des berges; il est vraisemblable que ces grès ne se forment plus actuellement, du moins d'une manière habituelle (fig. 5).

Ceci est confirmé par un petit fait observé auprès de Ningari (50 km. à l'Est de Bandiagara): à quelques mètres au-dessus de la vallée qui domine le village, on observe des marmites de géants; il y en a aussi dans la vallée actuelle, où le ruisseau ne coule que quelques jours par an. Les grès ferrugineux¹ tapissent le fond des marmites qui sont à 1 ou 2 mètres au-dessus de la vallée; il n'y en a pas dans les autres.

Il est vraisemblable que ces localisations du phénomène latéritique sont en relation avec des variations de climat.

D'autres grès latéritiques sont intéressants à un autre point de vue. A Ningari, à 200 m. au Sud du campement, un petit plateau, à sommet bien horizontal, s'élève à 7 ou 8 m. au-dessus des grès anciens; son sommet montre un banc de grès rouges dont les débris couvrent complètement les flancs; à 2 km. à l'W. de Dé, une série de mamelons (+ 4 m.) montre la même apparence; on peut voir cependant par place, sous la latérite, un grès grossier, blanc, très friable, sans analogie avec les quartzites du plateau primaire. On retrouve, à 10 km. à l'Est de Dé, sur la piste de Saoura, un plateau latéritique de même structure (+ 10 m.). Jusqu'à Hombori, on peut suivre des formations analogues, toujours situées à une dizaine de mètres au-dessus

1. Des grès ferrugineux analogues tapissent souvent les diaclases.

des vallées principales. De Hombori à Bamba, on rencontre encore très fréquemment des grès latéritiques parfois puissants de 2 m. (à R'arouz par exemple) et toujours en couches horizontales. Ces grès passent parfois à de véritables poudingues, à quelques kilomètres au Sud-Est de Bamba, où ils reposent sur des schistes verticaux. Entre Belia et Tinarabor, on observe très nettement leur contact avec des quartzites verticales ; s'il est admissible que certaines de ces latérites aient emprunté leurs éléments aux phyllades, la chose devient chimiquement invraisemblable pour les quartzites.

Je ne crois pas que l'on puisse expliquer ces formations ferrugineuses autrement que comme le résidu d'assises horizontales (Crétacé supérieur?) dont elles seraient la dernière trace. Les latérites que l'on observe de Bamba à El Hadjeirat ont probablement la même origine.

6° *Tectonique*. — Au point de vue de l'architecture du sol du Soudan, deux points peuvent dès maintenant être signalés.

On sait que d'une façon à peu près constante, les grands accidents africains ont une orientation NS., une direction sub-méridienne, suivant l'expression de J.-B.-M. Flamand. J'ai déjà signalé antérieurement (Sahara Soudanais, Paris, 1909) que le long du Niger, les rapides de Labezanga dessinent un synclinal d'axe EW., où se sont conservés des grès et des schistes, contemporains peut-être des grès de Bandiagara. Le lieutenant Marc a bien voulu m'envoyer quelques renseignements sur la route d'Ansongo à Dori, renseignements que je transcris « d'Ansongo à Fombalyo (mare) (35 km.), dunes ; on aperçoit vers l'Est quelques dômes granitiques. A 2 km. au Sud de Fombalgo, on voit un banc schisteux plongeant d'environ 30° vers le Nord et dont l'affleurement est normal à la route. Ces roches, verdâtres, sont probablement des chloritoschistes. On rencontre ensuite un grand nombre de variétés de gneiss ayant toujours la même orientation. A partir d'Inhangour (à 55 km. de Fombalgo), les couches plongent de 45°, parfois davantage ; ce sont surtout des gneiss à amphiboles. A moitié chemin entre Inhangour et Markoï (mare), qui sont à 33 km. l'un de l'autre, commence un chaos de roches éruptives qui se continue jusqu'à Koredienna (à 32 km. de Markoï). A quelques kilomètres au Nord de Markoï, il y a quelques plateaux gréseux du type si commun au Soudan. A partir de Koredienna jusqu'à Dori (41 km.) il y a beaucoup de dunes et l'on ne voit plus rien ».

M. de Gironcourt, qui a parcouru récemment une partie du Gourma, a remarqué aussi cette direction E W. que j'ai retrou-

vée à Hombori et jusqu'au voisinage de la mare de Gossi. M Crossberger et le Capitaine Gagin m'ont signalé entre Hombori et Tombouctou un certain nombre de crêtes de quartzites d'orientation NW.-SE. que faute de renseignements plus précis, je n'ai pas pu indiquer sur le croquis (fig. 6). Les indications relatives au Mossi sont empruntées à Marc¹; celles de Fada N'Gourma et

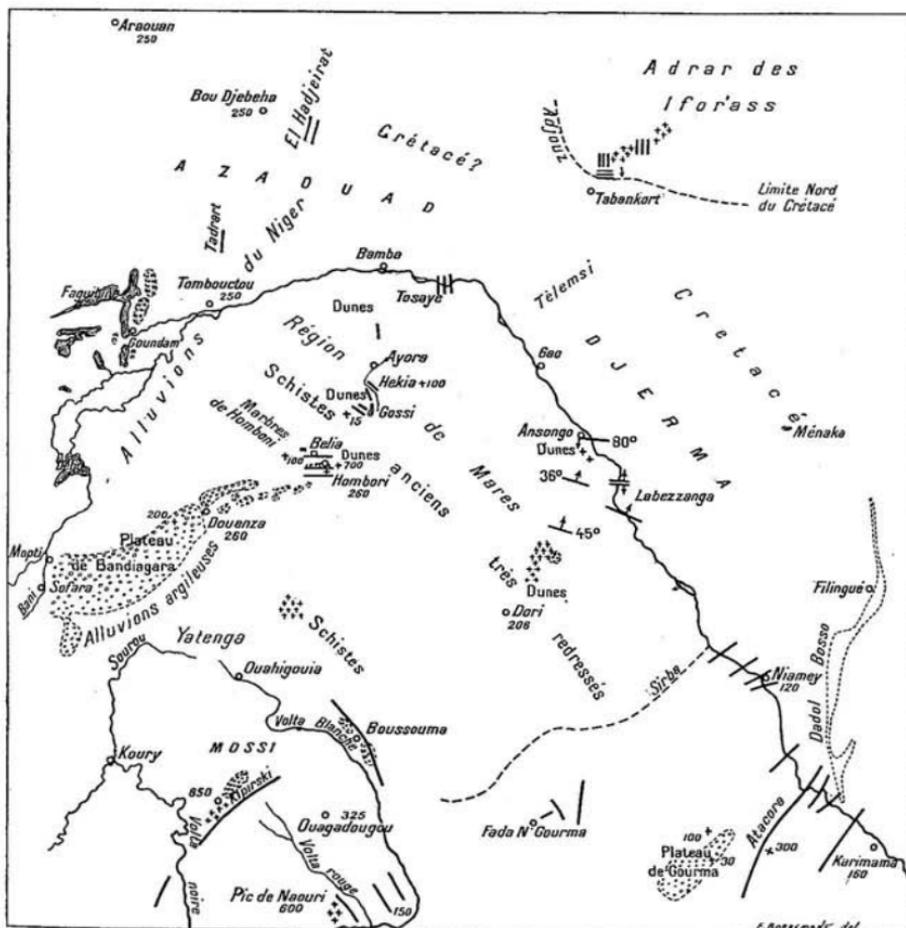


FIG. 6. — Esquisse de la région de Tombouctou. — 1/8 000 000 env.

de l'Atacora à Hubert². Au Nord du Niger, les directions des affleurements ont été relevées par E.-F. Gautier³ pour l'Adrar des Iforas et par moi pour l'Hadjeirat et le Tadrart.

Malgré les nombreuses lacunes que présente la cartographie du Gourma, il y a certainement vers le 15° lat. N., une virgation importante qui correspond peut-être à une zone de moindre

1. MARC. Le pays Mossi, Paris, 1909.

2. Thèse. Paris, 1908.

3. R. CHUDEAU. D'Alger à Tombouctou. *La Géographie*, XV, 1907, p. 261.

résistance de l'écorce, zone dont l'affaissement a permis aux mers du Crétacé supérieur, de pénétrer jusqu'au centre du Soudan.

Les mares de Gossi et d'Hekia ne peuvent guère être expliqués par l'érosion ; elles ont une origine tectonique, en relation avec la virgation signalée.

Le second point est plus hypothétique ; on sait qu'un chapelet de hautes régions commence aux hauts plateaux miocènes de Medéah et se continue par le M'zab, le Tadmait et l'Ifetessen jusqu'à l'Ahaggar¹. Ce grand accident anticlinal, très accusé, d'orientation subméridienne est, semble-t-il, un trait tout à fait essentiel de l'orographie nord-africaine.

Au Sud de l'Ahaggar, le chapelet de hauteurs se bifurque, laissant, entre ses deux branches, la vallée du Taffassasset. La branche orientale est bien indiquée par l'Aïr et les massifs de Zinder et d'Alberkaram ; la branche occidentale semble jalonnée par l'Adrar des Iforas, les schistes de Tosaye et du Gourma ; la haute altitude (1 000 m.) qu'atteignent à Hombori les grès de Bandiagara semble en relation avec la même zone anticlinale.

1. E. F. GAUTIER, Sahara algérien. Paris, 1908, p. 299.

Séance générale du 31 mars 1910

PRÉSIDENTICE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. A. Lacroix prononce le discours d'usage.

M. Louis Gentil donne lecture de son rapport sur l'attribution du PRIX VIQUESNEL à M. Robert Douvillé.

M. Robert Douvillé reçoit la médaille du PRIX VIQUESNEL et remercie la Société.

M. Charles Barrois donne lecture de son rapport sur l'attribution du PRIX DANTON à M. J. Gosselet.

M. J. Gosselet remercie la Société en ces termes :

« Je suis profondément reconnaissant à la Société géologique de France pour la haute distinction qu'elle vient de m'accorder. Je remercie notre Président de ses paroles aussi cordiales qu'élogieuses, j'en suis extrêmement touché. Ce prix qui m'est décerné par mes collègues, par mes collaborateurs, dans des circonstances si flatteuses, sera le couronnement de ma longue carrière. Comme votre rapporteur l'a dit, si je me suis occupé des questions de Géologie appliquée, c'est que je professais dans un pays où l'Industrie et la Science sont intimement liées. Chaque jour l'industriel vient demander des conseils au géologue et chaque jour le géologue profite dans un intérêt scientifique des travaux industriels. Je suis heureux que ces circonstances m'aient permis de réaliser le vœu de mon vénéré maître Constant Prévost, le fondateur de la Société géologique de France. Il avait fait inscrire dans le programme de la Société, qu'elle devait favoriser en France l'application de la Géologie à l'Industrie et à l'Agriculture. La récompense qu'accorde aujourd'hui la Société géologique à des études de géologie appliquée encouragera nos jeunes confrères à persévérer dans cette voie où ils serviront à la fois la Science et les progrès matériels du Pays. »

DISCOURS DE M. A. LACROIX

MES CHERS CONFRÈRES,

Tous les ans, à pareille époque, le président de l'année écoulée, sortant pour quelques quarts d'heure du rang dans lequel il était rentré, vient de cette place rappeler mélancoliquement le souvenir de ceux de nos confrères qui nous ont quittés pour toujours et jeter un regard sur les événements, heureux ou malheureux, qui ont signalé son principat évanoui.

Cette pieuse tradition est interrompue aujourd'hui. C'est un président, non pas virtuel, mais réel, qui vous parle, puisque notre président de 1909 est au nombre de ceux, dont le souvenir doit remplir cette séance. Encore une fois, j'ai le douloureux devoir d'adresser un adieu ému à M. Léon JANET, mais, mieux que moi, M. Gustave Dollfus, qui fut un peu son maître et beaucoup son ami, saura trouver les paroles qu'il faut dire sur notre regretté confrère.

Comme de coutume, la mort a frappé à de nombreuses reprises dans nos rangs ; nous avons encore perdu MM. Gondin, Gourbine, Agnus, Colcanap et l'un de nos membres étrangers, M. Zlatarski.

M. Marius GONDIN, ingénieur civil, s'était consacré depuis l'exposition de 1900 à la propagation en France des méthodes américaines de sondage. Comme fondateur de la société du puits artésien de Vincennes, il s'occupait activement d'installer des distributions d'eau potable dans les villes et les villages. Il a trouvé une mort tragique dans un accident d'automobile, près d'Arpajon.

M. GOURBINE, ingénieur civil des mines, ancien sous-préfet, était notre confrère depuis plus longtemps (1889). C'était un amateur éclairé de géologie et de paléontologie et si notre bulletin n'a rien reçu de lui, il n'en a pas moins bien mérité de notre science par la libéralité et la bonne grâce, avec laquelle il communiquait à ses collègues les fossiles de choix qu'il savait habilement réunir.

Je viens de prononcer le mot d'amateur, voulez-vous me permettre de vous dire mon sentiment sur ce terme brûlant, que dans la plupart des sociétés savantes — et la nôtre ne fait peut-

être pas exception — beaucoup de personnes n'entendent prononcer qu'avec une sorte de pudeur un peu ombrageuse, comme s'il y avait une hiérarchie dans la façon d'aimer la science.

Je suis à l'aise pour le faire, car, si je suis tout à fait ce que l'on est convenu d'appeler un professionnel, ce qui est considéré comme l'inverse de l'amateur, je suis, par contre, fils et petit-fils d'amateurs des plus caractérisés et je m'en honore.

Parisien d'adoption, j'ai été élevé en province — vous voyez qu'il ne me manque rien — dans la plus extraordinaire maison que puisse rêver un naturaliste ; de la cave au grenier inclus y étaient entassées des collections de tout ce qu'il est possible de collectionner en histoire naturelle et en archéologie. Le souci des gens de la maison était de recueillir ce qui, dans un ordre quelconque, se rapporte au présent ou au passé de la petite patrie, de l'étudier, sans préoccupation de publication scientifique, dans les limites de moyens extrêmement restreints et de le faire servir au plus grand nombre. C'est ainsi que, dès mon enfance, j'ai vu observer autour de moi, réfléchir sur les relations des choses et collectionner ; c'est ainsi que j'ai appris ce qu'est la solidarité qui lie les gens d'étude, en voyant des savants, grands ou petits, puiser avec satisfaction dans les tiroirs paternels et aussi parfois aider à les remplir.

Et cette expérience personnelle, que je m'excuse de mettre ainsi à vif devant vous, m'a donné infiniment d'estime et aussi de respect pour tous ceux qui, sans aucun souci de carrière, d'avantages personnels, sans aucune des facilités de travail, que nous donnent nos laboratoires officiels, sans aucune autre préoccupation que celle de satisfaire la curiosité de leur esprit et de faire mieux connaître leur pays, se livrent à l'étude de l'histoire naturelle en général et de la géologie en particulier ou s'abandonnent simplement à la passion de collectionner.

Explorant souvent un espace restreint, mais l'explorant avec ténacité et avec l'aide du temps, de tels hommes, ces amateurs pour les appeler par leur nom, réunissent des matériaux souvent fort précieux qui, sans cette longue patience, seraient restés insaisissables ; leur documentation, leur expérience, sont donc d'une utilité de premier ordre pour ceux qui, étudiant les questions plus générales, ne peuvent consacrer qu'un temps trop limité à beaucoup de questions particulières. Je pense que vous avez tous dans l'esprit des exemples de ce que j'avance et si quelqu'un d'entre vous avait conservé des doutes à cet égard, je l'engagerais à aller chercher dans les carrières de granite de Nantes, les magni-

riques cristaux d'apatite et de bertrandite, je parle de ce que je sais bien, qui sont parmi les joyaux du musée d'histoire naturelle de Nantes et que mon ami Baret a mis une vie à réunir.

Dans une société scientifique, les amateurs sont d'une utilité primordiale, c'est à leur nombre que peut se mesurer le rayonnement de la science qu'elle cultive; ils la servent par leur influence personnelle, bien souvent ils aident à son recrutement en suscitant des vocations parmi les jeunes gens qui les entourent et ce seul résultat n'est-il pas une œuvre aussi méritoire que la publication de quelques notes ou mémoires?

Du reste, là, pas plus qu'ailleurs, il ne semble y avoir de fixité dans l'espèce; il existe des passages insensibles entre le type uniquement collectionneur et celui qui est spécialisé dans l'enseignement ou la science pure et c'est l'honneur d'une société comme la nôtre de compter parmi ses savants de grande envergure des hommes appartenant à toutes ces catégories de géologues, si véritablement catégories il y a.

Vous avez saisi à demi mot où j'en voulais venir. La Société géologique de France a été brillante dans le passé; elle le restera dans l'avenir, j'en ai la conviction profonde; elle forme un bloc, et celui-ci doit sa solidité à la nature des matériaux dissémbles qui le constituent. Tous y ont leur fonction et leur utilité; travaillons à maintenir intact le ciment qui les réunit et qui est fait de notre commun amour de la science et de notre vieille Société géologique.

Mais, revenons à nos morts.

Instituteur épris des sciences naturelles, M. AGNUS dut à une rencontre fortuite avec Munier-Chalmas sa vocation géologique et paléontologique. Après quelques études à la Sorbonne, il vint travailler dans le laboratoire de Gaudry au Muséum et entreprit de compléter la monographie des Insectes de Commeny, laissée inachevée par la mort de Ch. Brongniart. Notre Bulletin renferme plusieurs notes de lui sur ce sujet. Poussé par l'esprit d'aventure et aussi par la nécessité de vivre, il partit, il y a quelques années, pour le Pérou; il ne devait pas en revenir.

C'est aussi au delà des mers, que nous a été enlevé COLCANAP à 44 ans à peine; sa mort m'a particulièrement affligé, car j'ai été quelque peu mêlé à ses débuts dans la géologie et je n'avais cessé depuis lors d'entretenir avec lui des relations d'amitié. Né en Bretagne de parents pauvres, Colcanap, devenu orphelin dès le bas âge, a connu toutes les misères de l'enfance solitaire. Engagé dans l'infanterie coloniale, sans bagage scientifique, il ne

tarda pas par son zèle, son respect de la discipline, sa manière de servir, à attirer sur lui l'attention bienveillante de ses chefs. Travailleur acharné, c'est à travers les rudes péripéties de ses campagnes coloniales qu'il conquiert l'épaulette et en 1900, il était parvenu au grade de capitaine.

Colcanap était une de ces natures sensibles et bonnes que l'adversité améliore; malgré un certain fond de misanthropie, qui lui faisait préférer à toutes autres les fonctions actives de la brousse, c'était un camarade loyal, désintéressé et sûr.

En 1904, un autre officier de l'armée coloniale, M. Villiaume dirigeait des sondages dans un cercle voisin de celui d'Analalava, que commandait Colcanap, et recueillait ces merveilleux documents pétrographiques, qui m'ont permis de faire connaître la série vraiment unique des roches alcalines de la partie nord-ouest de la grande île. Passionné pour ses recherches, M. Villiaume s'évertuait à faire des prosélytes autour de lui; il entraîna le capitaine Colcanap à recueillir des roches et à me les envoyer. J'ai ainsi reçu de lui des collections précieuses, qui permettront plus tard de discuter la prolongation vers le Sud de la province pétrographique d'Amipasindava. Mais le cercle d'Analalava renfermait de trop belles Ammonites et des Dinausauriens trop tentateurs, le démon de la paléontologie ne devait pas tarder à entraîner Colcanap à faire des infidélités aux roches éruptives et à le conduire dans sa véritable voie. Mis en rapport avec le laboratoire de paléontologie du Muséum, il commença une série d'envois remarquables, qui se poursuivirent, quand, en 1904, il fut envoyé dans le cercle de Mevatanana.

L'hiver de 1905-1906 fut employé par lui à perfectionner au Muséum son instruction géologique et paléontologique; ce fut alors qu'il entra dans notre Société, à laquelle il donna aussitôt une note sur le cercle dont il venait de quitter le commandement. Il prit ensuite la direction du cercle des Mahafaly, dans le Sud-Ouest de l'île et continua au Muséum, dont il était devenu le correspondant et le missionnaire, l'envoi de collections paléontologiques admirablement préparées; elles ont fait l'objet de travaux de plusieurs de nos confrères, MM. M. Boule, A. Thevenin, Paul Lemoine, Robert Douvillé, J. Cottreau: j'ai moi-même décrit quelques roches curieuses recueillies par lui dans cette région.

Sur les conseils de M. Boule, il explora la base des terrains sédimentaires, que celui-ci avait parallélisés, par simple intuition d'ailleurs, avec la formation de Karoo de l'Afrique australe; les premières récoltes de Colcanap consistèrent en Poissons, en

Reptiles et en une feuille de *Glossopteris*, qui permit d'affirmer l'existence à Madagascar d'une faune et d'une flore permienne. Poussé par M. Boule à explorer à fond cette région pour y chercher la houille, il finit par y trouver le précieux combustible. L'avenir dira ce que vaut au point de vue pratique cette découverte, mais ce n'est pas devant une assemblée de géologues, tels que vous, qu'il est nécessaire d'insister sur son importance théorique ; d'ailleurs, les nombreux et riches documents paléontologiques, recueillis depuis lors par notre regretté confrère, permettront à M. Boule de vous parler souvent encore de lui.

Ses succès avaient engagé Colcanap à entrer dans l'administration civile, ce qui lui donnait plus de facilités pour ses recherches scientifiques. Il venait d'être nommé administrateur intérimaire de la province de Betroka quand, au printemps de 1909, il fut brusquement atteint par un accès de fièvre bilieuse hématurique, auquel les fatigues excessives d'un trop long séjour colonial ne lui permirent pas de résister.

Sa profonde connaissance des indigènes, son esprit d'équité, sa droiture et ses talents d'administrateur l'ont fait regretter autant par le département des colonies que par les géologues. Son nom restera inséparable des progrès de nos connaissances géologiques sur Madagascar.

C'est encore lui rendre hommage que de faire servir le chagrin que nous cause sa perte à exprimer la gratitude que les géologues doivent aux officiers et souvent aux soldats de notre armée coloniale. Sur tous les points du globe ils sont toujours au premier rang, lorsqu'il y a des services à rendre et en particulier à rendre à la géologie ; toutes les expéditions scientifiques officielles et beaucoup de recherches scientifiques particulières trouvent en eux d'inlassables collaborateurs. J'en parle en connaissance de cause et en prononçant ces paroles, mon souvenir ému se reporte à huit ans en arrière, à une époque troublée, où dans des circonstances particulièrement difficiles, j'ai moi-même puisé à cette admirable réserve d'énergie et de dévouement.

La vie de Georges ZLATARSKI a été remplie tout entière par la géologie. Né le 25 janvier 1854, à Tirnovo, la vieille capitale de la Bulgarie, il y est mort le 9 août 1909. Dès sa sortie de l'université de Zagreb, où il fit ses études, il fut, en 1880, nommé géologue officiel ; en 1890, il devint chef du service des mines et en 1894, il prit la direction du service géologique de la Bulgarie. Le 16 avril 1897, il est nommé professeur ordinaire à l'École des hautes études, aujourd'hui Université de Sofia ; la haute

autorité qu'il sut prendre dans les dernières fonctions est attestée par ses élections successives au décannat, puis au rectorat.

Ardent patriote, Zlatarski a consacré son œuvre à l'étude de la géologie stratigraphique de son pays, qui lui doit plus qu'à tout autre : le Trias, le Jurassique, le Crétacé et le Miocène l'ont plus particulièrement occupé ; tous ses travaux sont écrits en langue bulgare avec des résumés en français et parfois en allemand. Son œuvre capitale est une carte géologique de la Bulgarie à 1/300 000, dont les quatorze premières feuilles ont paru et dont les six dernières vont être publiées par son collaborateur M. Bontcheff.

M. Zlatarski était doué d'une très grande activité, d'un caractère gai et aimable, il savait faire naître la sympathie autour de lui ; il recherchait les occasions de se rendre utile, et de toutes les façons possibles, à la jeunesse studieuse, ainsi qu'en témoigne la création d'une société d'assistance aux étudiants peu fortunés de son université. Sa perte sera particulièrement ressentie par notre Société, dans laquelle il était entré en 1887 ; il comptait parmi nous de nombreux amis appréciant hautement et son caractère et son œuvre.

Pendant l'année écoulée notre Société ne s'est pas départie de son habituelle activité, malheureusement, toutes nos publications ont subi des retards considérables dus à une longue grève de typographes. Nous devons de la gratitude à nos secrétaires pour les efforts qu'ils ont faits dans le but d'atténuer dans la mesure du possible cette situation déplorable ; nous vous demandons de vous armer encore de patience pour tout ce qui concerne 1909 ; la régularité des publications de 1910, confiées à un nouvel imprimeur, vous récompensera, du moins je l'espère, de votre bon vouloir.

Nos confrères M. Louis Gentil et M. R. Chudeau ont continué leurs courageuses explorations du Maroc et de la Mauritanie et nous avons la satisfaction de les voir de retour parmi nous avec une riche moisson d'observations nouvelles.

Notre réunion extraordinaire à Laval a été particulièrement brillante par le soin avec lequel avait été préparé un excellent livret-guide, par le nombre et la qualité de ceux de nos confrères qui y ont pris part, par l'intérêt des discussions qui l'ont signalée, et enfin par les attentions délicates, dont les excursionnistes ont été l'objet de la part des organisateurs. Suivant la tradition, aux élections de janvier, vous n'avez oublié rien de tout cela, mais, comme cette année, votre gratitude était double, vous l'avez

exprimée deux fois ; je suis heureux de cette circonstance qui m'a donné pour vice-présidents M. et Mme OEhlert.

L'année 1909 a apporté de fort nombreuses distinctions honorifiques aux membres de la Société géologique de France.

Les beaux travaux de M. Termier sur la tectonique des Alpes lui ont ouvert les portes de l'Institut, où il a l'honneur d'occuper la place de notre regretté maître Albert Gaudry.

Une pluie de décorations est venue surprendre les géologues peu habitués à pareille aubaine.

En juillet, c'est notre trésorier M. L. Carez, qui a vu enfin récompenser une carrière déjà longue, toute de dévouement désintéressé à la géologie ; son ruban rouge a fêté l'apparition du dernier volume de son grand ouvrage sur les Pyrénées.

La rosette de la Légion d'honneur a été attribuée à M. Martel pour les services qu'il a rendus au Ministère de la guerre dans l'étude des questions d'eau potable ; il est bon de signaler que cette promotion a été faite au titre de géologue.

Comme suite à l'inauguration du monument élevé au Muséum à notre grand Lamarck, une importante promotion dans la Légion d'honneur, réservée aux naturalistes, a compris beaucoup des nôtres. M. Edmond Perrier comme commandeur ; MM. Boule et Stanislas Meunier, M. Vaillant, aujourd'hui l'un de nos doyens, puisqu'il est entré dans la Société en 1859, comme officiers ; MM. Haug, Kilian et Nicklès comme chevaliers. Je suis heureux de leur renouveler à tous nos cordiales félicitations.

Le nombre de distinctions accordées cette année aux géologues par l'Académie des Sciences a été exceptionnel ; nous constatons avec satisfaction que tous les lauréats sont membres de la Société géologique.

Le grand prix des Sciences physiques a été décerné à M. Armand Thevenin pour un travail répondant à une question posée : les stades d'évolution des plus anciens Quadrupèdes trouvés en France. Nous souhaitons tous de voir paraître bientôt son important mémoire.

Le prix Delesse a récompensé l'ensemble des travaux de M. Ph. Glangeaud, aussi bien ceux consacrés au Jurassique et au Crétacé de l'Aquitaine, que ceux qu'il poursuit aujourd'hui avec succès sur la chaîne des Puys.

M. Léon Bertrand a reçu le prix Victor Raulin, fondé comme le précédent par un de nos anciens confrères, pour son ingénieuse contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales.

Le nouveau prix Joseph Labbé est destiné à récompenser les

auteurs de travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats. Il a été attribué à M. G. Rolland pour ses études relatives au bassin minier de Meurthe-et-Moselle.

Les belles explorations du Sahara de MM. E. F. Gautier et R. Chudeau ont valu à leurs auteurs le prix Saintour.

Le prix Wilde a été donné à M. Joseph Vallot pour l'ensemble des travaux qu'il a accomplis dans le massif du Mont-Blanc.

Enfin, M. Charles Janet, qui n'est pas seulement géologue, mais aussi zoologiste distingué, a vu ses remarquables observations sur les Fourmis couronnées par le prix Cuvier.

Vous n'ignorez pas que le prince Roland Bonaparte a donné à l'Académie des Sciences une somme importante, qui doit être distribuée d'une façon originale et digne des plus grands éloges ; elle doit servir non à récompenser, mais à aider des travaux scientifiques. Pour la première fois, l'an dernier, un géologue a figuré sur la liste des bénéficiaires de ce fonds, c'est M. Cayeux : nous lui devons bientôt une contribution approfondie sur la nature et l'origine des minerais de fer paléozoïques des États-Unis.

Je termine cette allocution, que les succès de beaucoup d'entre vous ont contribué à rendre trop longue, en proclamant les noms des lauréats de la Société géologique elle-même.

J'ai plaisir à féliciter M. Robert Douvillé, qui porte un nom respecté et aimé parmi nous, d'avoir été désigné par ses travaux pour le prix Viquesnel ; c'est d'un heureux présage au début de sa carrière de géologue.

Il pouvait sembler à M. Gosselet que tous les honneurs susceptibles d'atteindre un homme, qui a rendu de très longs et de très glorieux services à son pays et à la science, avaient été accumulés sur sa tête.

La Société géologique est heureuse et fière de pouvoir lui offrir une distinction nouvelle et qui restera unique. Elle lui ira certainement droit au cœur, car elle lui est conférée par ses pairs, en dehors de toute considération extérieure.

Un de nos confrères mort récemment, auquel nous devons avoir une reconnaissance toute particulière, M. Danton, nous a légué une somme de quatre mille francs devant constituer un prix, donné une seule fois, à l'auteur de la *découverte géologique la plus utile à l'industrie*.

Votre commission des prix a eu à examiner et à discuter les mérites de plusieurs savants de grande valeur, pouvant être mis

en ligne pour cette récompense ; elle a été à peu près unanime à se réunir sur le nom de M. Gosselet ; je veux laisser au plus brillant des élèves de l'École de Lille, à mon confrère et ami, M. Ch. Barrois, le plaisir de vous expliquer pourquoi. Qu'il me soit permis seulement de dire que je considère comme l'un des honneurs de ma présidence d'avoir à présenter vos félicitations respectueuses et cordiales au vénérable doyen des maîtres de la géologie française et de pouvoir joindre à la vôtre l'expression de mon admiration, à la fois pour son caractère et pour son œuvre.

RAPPORT SUR L'ATTRIBUTION DU PRIX VIQUESNEL

PAR **Louis Gentil.**

La tâche de la Commission des prix a été cette année, en ce qui concerne l'attribution du prix Viquesnel, particulièrement difficile en raison du grand nombre des candidatures qui se recommandaient à des titres divers. Huit noms ont été prononcés mais la plupart des suffrages se sont néanmoins, dès la première séance, réunis sur celui de M. Robert Douvillé, dont les travaux avaient été déjà sérieusement discutés, l'an dernier, à propos du Prix Fontannes.

Le principal travail qui ait retenu l'attention de la Commission est l'« Esquisse géologique des Préalpes subbétiques », travail présenté en Sorbonne par M. Robert Douvillé, en 1906, comme sujet de thèse de Doctorat.

Notre jeune confrère a d'abord précisé sur plusieurs points la stratigraphie de cette région andalouse. Il a suivi les niveaux du Crétacé inférieur et moyen signalés par M. Nicklès plus à l'Est et les documents qu'il a rapportés sur l'Aptien à faciès récifal de Jodar, sur un Barrémien à *Holcodiscus* spéciaux, sur une belle faune vraconienne, laisseront une trace durable dans la connaissance géologique des dépôts secondaires de la Péninsule ibérique.

Il s'est, en outre, attaché plus spécialement à la description des terrains tertiaires, à peine esquissée par ses devanciers. Il a montré dans l'Éocène de Montefrio la coexistence d'éléments autochtones tels que *Nummulites montefriensis* et d'éléments ubiquistes ou immigrés comme *Assilina præspira* et *A. granulosa*. La répartition de ces dépôts éogènes avait été mal indiquée

sur les cartes antérieures et leur extension a dû être considérablement réduite. On avait, autrefois, presque constamment confondu l'Éocène avec le Miocène inférieur (Aquitainien et Burdigalien) à Lépidocyclines, niveau pour la première fois reconnu et dont le rôle capital pour la géologie andalouse a été parfaitement mis en relief par M. Robert Douvillé. Enfin ce dernier a décrit dans la vallée moyenne du Guadalquivir un Plaisancien qu'il a rapproché de celui bien connu de Los Tejares.

Mais à côté de ces données stratigraphiques importantes le plus grand intérêt de ce travail réside dans la tectonique des Préalpes subbétiques que l'auteur a, malgré de grandes difficultés, su mettre en lumière.

Profitant de cartes topographiques à 1/50 000 avec courbes de niveau, notre lauréat a montré avec clarté, tant sur sa carte d'ensemble qu'en s'aidant de planches phototypiques et de panoramas coloriés, que la région subbétique offre un empilement de plusieurs nappes, caractérisée chacune par un faciès spécial du Jurassique. La tête plongeante de l'une d'elles est bien visible tandis que des lambeaux de gypse jalonnent et rendent indiscutables, concurremment avec les renversements, les plans de charriage de la seconde.

Ces phénomènes tectoniques relient ceux qui ont été signalés par M. Nicklès dans la Sierra Sagra à ceux dont l'existence, dans la province de Cadix, semble très probable à simple lecture de la carte géologique espagnole, par suite du recouvrement du Trias gypseux par des terrains mésozoïques divers absolument quelconques, jurassiques et crétacés.

L'importance de tels faits ne peut échapper. La thèse de M. Robert Douvillé ajoute une belle page à l'œuvre si glorieuse pour la science française de la Mission d'Andalousie.

On ne peut se dissimuler en outre qu'elle est appelée à rendre de grands services à ceux qui, dans un avenir plus ou moins éloigné, pourront parcourir le prolongement en Afrique de la Cordillère bétique, le Rif ou Petit Atlas de Ptolémée.

Les récentes observations au Maroc ont apporté quelque confirmation stratigraphique à l'idée générale du grand maître Edouard Suess de la continuité, en Espagne, de cette chaîne nord-marocaine et quelques faits saisis au hasard d'explorations un peu difficiles, sembleraient indiquer que le Rif, comme la Cordillère bétique, offrirait également peut-être, des nappes poussées vers l'extérieur de la chaîne; mais il serait encore bien prématuré de se prononcer.

Quoi qu'il en soit, si des circonstances plus favorables permettaient un jour de jeter quelque lumière sur ce côté si intéressant de l'Histoire de la Méditerranée occidentale, il ne faudrait pas oublier la part qui est due, à notre jeune confrère, dans l'évolution de nos idées sur la structure de la chaîne tertiaire hispano-africaine.

Mais la thèse de doctorat de M. Robert Douvillé n'est pas le seul travail que la Société ait voulu récompenser.

Nous venons de voir que l'un des résultats stratigraphiques les plus importants de l'étude des P₁M₁ subbétiques était la découverte du Miocène inférieur (Aquitainien et Burdigalien) à faciès marin, caractérisé par des Lépidocyclines. C'est d'ailleurs une monographie de ce genre de Foraminifères, faite en collaboration avec M. Paul Lemoine, qui avait incité notre confrère à entreprendre des recherches en Andalousie ; il s'attacha dans la suite à poursuivre leur étude.

Dans une série de notes insérées dans notre Bulletin il fait connaître un certain nombre de formes nouvelles, il étudie la variation morphologique du genre, sans négliger la répartition verticale de ces organismes, sur la valeur stratigraphique desquels MM. Henri Douvillé et Schlumberger avaient antérieurement appelé l'attention. C'est ainsi qu'il fixe au sommet du Burdigalien le gisement de *Lepidocyclina marginata* MICH. du Miocène des Bouches-du-Rhône, forme particulièrement intéressante à cause de son aire de répartition et parce qu'elle caractérise notamment les couches classiques de la Colline de Turin et de Rossignano Monferato. Par l'étude des couches similaires de Sicile il soulève une discussion aussi intéressante que courtoise avec les professeurs di Stefano et Checchia Rispoli, de Palerme. Il déclare anormales et erronées les successions relevées par nos confrères italiens et montre plus tard qu'il convient d'expliquer ces anomalies par une « structure en écailles », apportant ainsi, en même temps qu'une preuve de la valeur stratigraphique des Lépidocyclines, un exemple de complexité tectonique à rapprocher des remarquables découvertes de MM. Lugeon et Argand en Sicile.

M. Robert Douvillé ne s'est pas limité, dans l'étude des Foraminifères, à ce seul genre *Lepidocyclina*, il a également révisé les formes de Nummulites de Madagascar ; puis il a porté son activité sur quelques groupes d'Ammonites.

Les collections de l'École des Mines lui offrent d'intéressants matériaux relatifs à la faune de Truxillo (Pérou). Il étudie avec M. de Mecquenem le beau gisement callovien du lac d'Ourmiah et,

comme suite à ce travail, décrit la riche faune de Céphalopodes récoltée à Argences par M. Bigot.

Tout récemment sa détermination des Céphalopodes néocomiens et berriasiens rapportés des environs de Lima par le capitaine Berthon, lui montre la grande répartition, dans l'Amérique du Sud, d'un nouveau genre d'Hoplitidés, le genre *Favrella*.

Mais la plus importante des communications récentes de notre confrère est celle où il signale la présence des genres *Simbirskites* et *Polyptychites* dans le Mésozoïque argentin. C'est la première fois que ces genres, jadis considérés comme presque exclusivement boréaux, sont signalés dans l'hémisphère austral. Peut-être doit-on y voir, à la suite de M. Haug, une confirmation des vues paléographiques de Neumayr, une province australe formant dans l'Hémisphère sud le pendant de la région volgienne dans l'Hémisphère nord.

Ces travaux paléontologiques auraient déjà fixé l'attention de la Commission des Prix si l'« Esquisse géologique des Préalpes subbétiques » n'avait suffi, par l'importance des données stratigraphiques et tectoniques qu'elle renferme, à rallier la grande majorité de ses suffrages.

C'est pour cette double raison, Messieurs, que votre Commission vous a proposé M. Robert Douvillé comme lauréat du Prix Visquesnel.

RAPPORT SUR L'ATTRIBUTION DU PRIX DANTON

PAR **Charles Barrois.**

Un coup d'œil sur la liste de nos lauréats, religieusement insérée chaque année en tête de nos volumes, montre que la Société géologique aime donner ses prix aux jeunes. Elle a besoin du concours des jeunes talents. L'avenir est si largement ouvert devant notre science ! D'ailleurs elle s'accommode de l'enthousiasme et des audaces de la jeunesse, et sait distinguer ceux qui lui donnent pour l'avenir les espérances les plus hautes.

Si le choix de la Société s'est arrêté cette fois exceptionnellement sur un de ceux qui ont réalisé ses espérances et grandement mérité sa reconnaissance, c'est qu'elle s'est trouvée dans l'obligation, aux termes du testament de notre confrère J. D. Danton, de décerner en 1910 le prix qu'il créait, — et qui ne serait décerné qu'une fois, — à l'auteur, français ou étranger, de la découverte géologique la plus utile à l'Industrie, à l'auteur d'une œuvre de longue haleine.

La Société eut ainsi à dresser, avant de fixer ses suffrages, une liste des géologues, des prospecteurs, de tous ceux d'entre nous qui, par leurs théories, par leurs explorations, ou par l'application des lois connues de la géologie, avaient contribué à l'essor de l'industrie de notre temps. Elle reconnut dès l'abord, qu'un grand nombre de géologues avaient participé à la découverte des gisements de phosphate de chaux, si précieux aux industries agricoles, à l'ouverture de bassins houillers ou pétroliers, ces grands réservoirs de force, à la mise en valeur de nombreux gîtes de minerais usuels ou de métaux précieux, éléments des industries métallurgiques. Et dans ce nombre immense de recherches utiles à l'industrie, faites par des géologues, elle a cherché celle qui parût la plus honorable pour la géologie même. Elle a vu dans la région du Nord de la France, étudiée par M. Gosselet, un exemple intéressant de ce que la géologie avait fait pour l'industrie nationale, en contribuant à la découverte du bassin houiller qui produit les $\frac{2}{3}$ du charbon français, et elle a élu M. Gosselet, lauréat du prix Danton.

M. Gosselet voudra bien me pardonner de retracer ici un rapide historique de la série d'observations géologiques qui ont permis à nos ingénieurs d'extraire annuellement, de dessous les morts-terrains du Nord, 27 millions de tonnes de charbon, et fournir à l'industrie son plus précieux élément.

Le Nord de la France est un pays de plaines fertiles, où rien ne pouvait attirer l'attention du mineur. Un épais limon recouvre des nappes horizontales de craie, et l'uniformité du paysage n'est interrompue que par quelques rochers de grès dévonien, perçant le manteau crétacé, en quelques ravins de l'Artois et du Boulonnais. La première observation géologique, utile à l'industrie, qui y fut faite, remonte à 1716 et est due à Desandrouin. Ce chercheur avait constaté la direction EW du bassin houiller qui affleure en Belgique, ainsi que son enfoncement progressif à l'Ouest, et avait conclu, conformément aux lois géologiques, que l'on devait retrouver dans cette direction, sous les morts-terrains, aux environs de Valenciennes, la continuation des couches houillères. Il fit des sondages et découvrit en 1717 la houille maigre à Fresne, près Valenciennes. Se rappelant alors la position, connue en Belgique, des houilles maigres et celle des houilles grasses au Sud de celles-ci, il établit de nouveaux sondages au Sud des premiers et découvrit en 1734 la houille grasse d'Anzin.

A dater de ce moment, jusqu'en 1847, de nombreux sondages de recherches furent poussés dans la direction marquée par Desandrouin, vers Douai et Arras ; d'abord heureux, ils devinrent invariablement stériles à l'Ouest de Douai. Une nouvelle observation géologique devenait nécessaire pour orienter les chercheurs dans la bonne direction. Quelques sondages heureux de la Compagnie de l'Escarpelle ayant appris en 1847 que l'axe du bassin changeait de direction vers Douai, pour s'infléchir brusquement vers le NW., Dusouich vit dans les rochers de grès dévonien, dont il avait reconnu l'alignement et les caractères, dans les ravins de l'Artois, la continuation des couches qui, dans le Condros, forment la limite méridionale du bassin houiller. Dusouich, auteur de la Carte géologique du Pas-de-Calais, traça ainsi la limite au Nord de laquelle allèrent s'aligner tous les sondages qui ouvrirent le bassin houiller du Pas-de-Calais.

L'étendue du bassin houiller paraissait fixée en 1860, quand M. Gosselet publia les recherches qui devaient permettre de l'étendre encore, en précisant les conditions stratigraphiques de son gisement. Désignant sous le nom de bassin de Namur le synclinal houiller belge, et sous celui de bassin de Dinant, le pli synclinal qui le borde au Midi, dans l'Ardenne, M. Gosselet reconnut que ces deux bassins au lieu d'être séparés, comme on le croyait, par un relèvement anticlinal dévonien, offraient entre eux un axe silurien. La découverte qu'il fit des faunes siluriennes (Gembloux, Condros) lui permit d'annoncer qu'un très grand accident, une faille de plusieurs mille mètres de rejet, séparait.

les bassins de Namur et de Dinant, attendu que le Silurien y arrivait au contact du Carbonifère, supprimant la presque totalité du Dévonien.

Quelques années plus tard, M. Gosselet établissait que cette grande faille du Condros était oblique, et saisissant l'importance tectonique et industrielle de cette disposition, il concluait que le bassin de Dinant avait été poussé le long du plan incliné de cette faille sur le bassin de Namur, recouvrant ainsi, sous la masse des terrains plus anciens, le bord méridional de ce dernier bassin. Il restait pour pouvoir généraliser et appliquer cette notion au bassin houiller français, à le repérer exactement par rapport aux bassins synclinaux de Dinant et de Namur : c'est ce que fit M. Gosselet, en prouvant par la succession stratigraphique et l'étude paléontologique des diverses zones dévoniennes du Boulonnais, qu'elles continuaient rigoureusement celles du bord nord du bassin de Namur, et qu'il ne fallait pas par conséquent poursuivre au Nord de cette ligne la continuation du bassin franco-belge.

On sait que les sondages exécutés par les Compagnies de Liévin et les nouvelles compagnies concessionnaires du Pas-de-Calais sont venues vérifier la justesse de ces prévisions, en reconnaissant, au Midi du bassin, la présence du terrain houiller sous les terrains siluriens fossilifères et sous le vieux grès rouge caractérisé par ses *Pteraspis* et autres Poissons.

Ainsi les théories géologiques de Désandrouin, de Dusouich, de M. Gosselet, ont tour à tour exercé un rôle directeur sur les recherches qui ont amené la découverte des richesses du bassin houiller du Nord, et ces trois noms restent attachés, pour toujours, à l'histoire du développement économique et industriel de la France.

L'application que M. Gosselet a faite de sa science a ainsi été un honneur pour la géologie, et on peut se demander ce qui vaut le mieux dans son œuvre, des services rendus à la science appliquée ou à la science pure, puisque, sans ses travaux sur l'Ardenne, les grandes théories modernes sur la synthèse des Alpes n'eussent peut-être pas vu le jour? Marcel Bertrand n'écrivait-il pas en 1884¹, à l'occasion des Alpes de Glaris : « J'ai essayé simplement d'étendre aux Alpes l'explication, si simple et si rationnelle, que M. Gosselet a donnée pour le Nord ».

Cependant les services rendus aux charbonniers, s'ils nous

1. Marcel BERTRAND. Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *B. S. G. F.*, (3), XII, 1883-1884, p. 318.

semblent les plus grands, ne sont pas les seuls dont les industriels soient redevables à M. Gosselet. Il existe dans le Nord une importante industrie de marbres ; M. Gosselet a fixé le gisement et l'extension de leurs différentes variétés dans les diverses zones du Dévonien et du Carboifère. Les ardoises des Ardennes sont les plus fines et les meilleures de France ; M. Gosselet a pu tracer sur une carte, à grande échelle, le parcours de leurs diverses veines. Les phosphates crétaqués des Ardennes et du Nord ont longtemps suffi seuls à la consommation de la France ; M. Gosselet a pu classer tous leurs gîtes d'après leur âge, fixer la position de leurs différents lits, fait connaître leurs poches, leurs dispositions lenticulaires et indiqué leurs relations avec leur mode d'origine. Par là, il a facilité la découverte de gisements nouveaux de marbres, d'ardoises, de phosphates.

Au milieu de la population dense et industrielle du Nord de la France, l'eau est devenue de nos jours une richesse de première nécessité, autant et peut-être plus que la houille ; M. Gosselet a pu, mettant en œuvre des observations accumulées par lui au cours d'un demi-siècle, tracer des cartes hypsométriques des niveaux aquifères superposés, correspondant respectivement dans cette région aux surfaces souterraines des terrains primaires, des étages turonien, sénonien et landénien. L'importance de ce travail a paru telle au savant Directeur de la Carte géologique de France que, sollicité de participer à l'Exposition internationale de Bruxelles, M. Michel-Lévy a cru ne pouvoir faire plus d'honneur au service qu'il dirige qu'en le faisant représenter à Bruxelles par la carte hypsométrique du Nord de M. Gosselet, à côté de la nouvelle carte géologique des Pyrénées.

La Société géologique, en confiant au plus ancien élève de M. Gosselet le soin de présenter ce rapport sur ses titres à la reconnaissance de l'industrie, a rendu à mon impartialité un hommage dont je la remercie d'autant plus vivement qu'elle connaît la vivacité des sentiments qui attachent ses anciens élèves à la personne de M. Gosselet. Aussi bien, un avis plus indépendant, et en même temps plus éclairé que celui des élèves du maître a été porté sur la valeur de l'œuvre que la Société a voulu récompenser ; il a été donné dans une lettre écrite il y a quelques années au Comité qui fêtait le cinquantenaire scientifique de M. Gosselet ; nous la trouvons insérée dans une plaquette commémorative. Vous voudrez relire cette lettre, qui émane de la Société de l'Industrie minérale, et est signée par les ingénieurs, métallurgistes et industriels les plus qualifiés du pays : elle eut une influence décisive sur l'attribution du prix Danton, par la Société géologique :

Cher Maître. — Les membres du Bureau du District Nord de la Société de l'Industrie minérale, réunis aujourd'hui à Douai, se font les interprètes des sentiments de tous leurs collègues en s'associant aux félicitations qui, dimanche dernier, vous ont été adressées de tous les points de la France et du monde. Les directeurs et ingénieurs des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais ; les métallurgistes et les industriels qui utilisent les matières minérales ou qui recherchent des eaux pour leurs usines, ont eu si souvent recours à vos précieux conseils qu'il serait trop long d'énumérer ici tous les services que vous leur avez rendus.

Nous ne retracerons pas non plus votre carrière si bien remplie, vos amis se sont acquittés de ce devoir le jour de votre Cinquantenaire ; mais nous retiendrons cependant de votre œuvre hors de pair ceux des travaux qui se rapportent à l'industrie minière, devenue si importante dans notre région.

Votre grand ouvrage sur l'Ardenne expose avec une clarté saisissante le mécanisme de la formation et du remplissage de l'antique bassin de Dinant et du bassin de Namur qui, formé un peu plus tard, a reçu le trésor houiller. On parcourt avec vous les rivages de ces mers anciennes ; on assiste au gigantesque plissement qui a poussé le premier bassin par-dessus le second, et, bien que ces montagnes d'un autre âge aient été nivelées, puis enfouies sous le manteau crétacé, votre science les reconstitue et nous offre la vision des sommets disparus.

Vous revenez souvent sur ce sujet de prédilection : dans votre travail sur la structure générale du bassin franco-belge ; dans votre Esquisse géologique du Nord de la France ; dans vos études sur le terrain houiller de la même région ; dans vos nombreuses communications à la Société géologique du Nord, vous multipliez les preuves et vous imposez la conviction.

De belles et importantes découvertes résultent des faits géologiques que vous avez établis ; tout récemment encore la constatation du prolongement vers le sud du bassin houiller du Pas-de-Calais, au-dessous de votre faille eifélienne, donnait une nouvelle et éclatante confirmation de l'exactitude de vos savantes déductions.

Vous avez ainsi, Cher Maître, non seulement bien mérité de la science, mais encore rendu à l'industrie française, et par suite au pays, d'inappréciables services. Veuillez donc agréer l'expression de la gratitude et de la profonde reconnaissance des membres de notre Société qui, plus que personne, ont été à même d'apprécier la haute portée de vos magistrales conceptions.

ALBERT GAUDRY

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **Armand Thevenin.**

Parmi toutes les théories scientifiques brillamment soutenues au dix-neuvième siècle, il en est une plus importante que les plus fécondes hypothèses de la mécanique ou de la physique, c'est la théorie de l'évolution, car, au delà des laboratoires, des sociétés scientifiques et des académies, elle a pénétré dans tous les esprits ; s'étendant à toutes les conceptions humaines, cherchant à interpréter les phénomènes sociaux les plus complexes, à résoudre les questions philosophiques les plus obscures, elle a mis en question les croyances séculaires qui guidaient l'humanité.

C'est un paléontologiste, l'un des membres les plus éminents de votre compagnie, un de vos anciens présidents, c'est Albert Gaudry qui a le plus activement contribué dans notre pays au triomphe des théories évolutionnistes. Son nom demeurera toujours au premier rang des naturalistes et des penseurs.

Quand la mort a rompu les liens affectueux qui pendant plus d'un demi-siècle l'avaient uni à cette société, un concert de louanges s'est élevé pour glorifier son œuvre. Il semble qu'en toute contrée, en toute langue, les termes de l'éloge aient été épuisés, du Nord au Sud de notre pays, de la Russie à l'Amérique pour retracer les travaux et la vie de celui que les paléontologistes du monde entier se plaisaient à appeler « leur maître vénéré ».

Votre Société, fidèle au pieux usage de louer ses membres illustres en séance solennelle, a pourtant voulu qu'un des élèves d'Albert Gaudry tente aujourd'hui encore de le faire revivre devant vous. Ce n'est pas ma voix qui s'élèverait ici si les savants les plus éminents n'avaient, au milieu des honneurs funèbres, déjà prononcé d'éloquents adieux, si le disciple bien aimé d'Albert Gaudry, continuateur de son œuvre, n'avait à maintes reprises loué le professeur illustre et retracé enfin longuement sa carrière dans l'amphithéâtre même où il avait longtemps enseigné. Venul'un des derniers dans le laboratoire du vieux maître, effrayé de la disproportion entre ses travaux et ma pauvreté oratoire je me tairais si je ne craignais qu'emporté par le mouvement vertigineux de la science, aucun de nous n'ose plus

retracer dans quelques mois cette belle figure de naturaliste trop vite estompée dans un lointain radieux et, que jamais plus la vie d'Albert Gaudry ne soit rappelée dans cette Société géologique à laquelle il fut si profondément attaché.

Le 19 novembre 1849, rue du Vieux-Colombier, dans une petite salle de l'hôtel de Luynes aujourd'hui disparu, où se pressaient les membres de votre jeune Société, d'Archiac prenait place au fauteuil présidentiel assisté de Bayle, secrétaire, et proclamait comme membre nouveau : Jean Albert Gaudry, attaché au Muséum d'Histoire naturelle, tandis qu'un grand jeune homme blond rougissait imperceptiblement entre ses deux parrains : Alcide et Charles d'Orbigny. Déjà cette union passagère de d'Orbigny, d'Archiac et Bayle semblait le prédestiner à l'étude des animaux fossiles bien peu en honneur pourtant encore, puisque Constant Prévost protestait quelques mois auparavant, dans la même salle « contre les abus que l'on fait chaque jour de plus en plus des applications de la paléontologie à la géologie ».

Le nouveau venu qui pendant cinquante-neuf ans devait si assidûment suivre vos séances et jeter un tel éclat sur la science française, était né en 1827, dix ans seulement après que William Smith avait proclamé, en Angleterre, la possibilité de fixer l'âge des terrains au moyen des fossiles et trois ans avant la mort de Cuvier.

Son père, avocat célèbre autant pour l'élévation de son caractère que pour la clarté de sa parole et pour la précision de sa dialectique, était issu d'une modeste bourgeoisie de robe fort éprouvée par la Révolution. Il avait connu les débuts pénibles qui si souvent font éclore le talent et quoiqu'en 1849 il fût entouré de considération au Palais, bientôt même bâtonnier illustre, il n'avait pas cherché à fixer la fortune ; son carnet, conservé par le barreau, montre que pour les plus importantes affaires civiles, cinq cents francs étaient de rares honoraires. Mais Albert Gaudry avait grandi dans une famille riche de qualités précieuses : franchise, désintéressement, amour du travail, esprit de sacrifice, culte du devoir. Il avait été tendrement aimé par une mère au grand cœur et à la douce sagesse, enlevée trop jeune à son affection et dont il me parlait encore, les larmes aux yeux, à soixante-quinze ans, car elle lui avait fait connaître les charmes de la grâce féminine en même temps qu'elle lui avait appris la bonté.

Dans cette famille d'élite, l'esprit scientifique était inséparable des qualités littéraires ; c'est l'un des ancêtres d'Albert Gaudry

qui trouva, au milieu du XVIII^e siècle, la méthode de sommation des piles de boulets, qui exerce maintenant la sagacité des jeunes mathématiciens ; c'est son grand-oncle, Philippe Lebon d'Humbersein, qui fut l'inventeur malheureux de l'éclairage au gaz.

Les naturalistes, qui accordent aujourd'hui avec raison tant d'importance à l'hérédité, n'hésiteront pas à reconnaître là quelques-unes des causes du succès d'Albert Gaudry. Sa famille paternelle, d'origine lorraine, lui avait transmis les grandes vertus un peu ternes de nos populations de l'Est, tandis qu'il devait sans doute aux ancêtres espagnols de sa mère les qualités plus brillantes.

S'il est permis de continuer cette comparaison des théories modernes de l'évolution et de la formation d'un grand esprit évolutionniste, on peut trouver, frappante, dans l'œuvre de Gaudry, l'influence du milieu. Son père, curieux de sciences naturelles (car on l'était alors vraiment plus qu'aujourd'hui), avait formé un herbier et une collection de minéralogie qu'Albert Gaudry, devenu illustre, aimait à montrer pieusement à ses hôtes ; il emmenait son jeune fils dans ses promenades aux environs de Paris et le conduisait tout enfant aux plâtrières de Montmartre d'où rayonnait brillante encore la gloire de Cuvier, évocateur des anciens habitants du globe.

L'exemple de son beau-frère Alcide d'Orbigny attire d'ailleurs aussi, peut-être à son insu, le jeune Gaudry vers les sciences de la nature, vers l'étude des fossiles, tandis qu'il apprend de son père et de son grand-père maternel, avocat illustre également, le culte de la forme littéraire, la nécessité du choix des arguments et la clarté du style. Élève brillant d'un collègue très chrétien, il est et demeura toujours épris de philosophie ; il a soif d'idéal et ne redoutera pas de pousser ses recherches jusqu'aux confins de la science et de la métaphysique.

Attaché au Muséum, il apprend avec Constant Prévost et Charles d'Orbigny l'in vraisemblance des cataclysmes universels, des révolutions du globe, en même temps que la précision stricte dans les recherches géologiques et vous savez, Messieurs, quel intérêt il n'a cessé de porter jusqu'à sa mort à toutes vos séances, aux discussions que suscitent ici toutes les parties de l'histoire de la terre. En étudiant l'évolution du monde animé, il n'a jamais cessé d'être géologue autant que zoologiste.

La carrière s'ouvrait donc brillante devant le jeune savant dont d'Archiac proclamait l'admission. Dès 1850, il publiait

dans notre Bulletin sa première note ; elle y fut suivie de plus de cinquante autres, car tous ses travaux, tous les événements de sa vie ont eu ici leur écho ; la Société géologique de France lui est toujours apparue comme une famille scientifique étroitement unie : « sentant combien notre vie est éphémère, disait-il, nos jeunes confrères vénèrent davantage leurs anciens, qui bientôt peuvent leur être enlevés et les anciens, désireux que leur œuvre se continue, s'intéressent aux succès des jeunes comme à leurs propres succès. » Par ces sentiments, notre Société est devenue l'une des plus prospères ; gardons-les précieusement.

Albert Gaudry est vice-secrétaire, en 1852, quand il fait hommage à votre bibliothèque des deux thèses de doctorat qu'il vient de soutenir à vingt-cinq ans, à l'âge où tant de nos meilleurs étudiants n'exercent maintenant que leur mémoire. L'une de ces thèses, géologique, traite de l'*Origine des Silex de la Craie* ; elle montre la variété des connaissances et la clarté d'esprit de son jeune auteur ; mais, en bon candidat, celui-ci tente surtout de concilier les diverses opinions, car il estime « qu'elles ont été émises par des hommes trop expérimentés dans la science pour ne pas avoir chacune une part de vérité ». On retrouvera toujours dans ses œuvres cette courtoisie envers ses devanciers, cette préoccupation de mettre en lumière les travaux d'autrui. Il dépensera plus tard son talent d'écrivain pour rendre hommage à ses prédécesseurs d'Orbigny ou d'Archiac, à son ami de Saporta, à son collaborateur Fischer, à son savant protégé Bernard Renault ; sans cesse il exposera avec bienveillance dans les conseils les efforts des débutants même, qu'il ne cessera d'appeler « ses camarades ».

Pour ses adieux à la vie scolaire il voulut d'ailleurs montrer la double curiosité de son intelligence attentive aux êtres animés autant qu'au monde minéral, et sa seconde thèse, *Sur les pièces solides des Stellérides*, montre mieux encore que la première son talent délicat d'observateur et la tendance synthétique de son esprit.

Des voyages avec son père en Allemagne et en Angleterre l'avaient mis en relations avec les plus illustres géologues de cette époque. Il aimait à rappeler qu'il avait connu Buckland et de la Bèche, quand il apporta à une séance de la Société géologique une note sur le gisement de Stonesfield, prélude lointain des études sur les Mammifères qui illustrent son nom.

Mais il était attiré surtout vers les régions d'Orient, par son éducation classique, par les échos enthousiastes de la guerre de

l'indépendance grecque, par l'exemple des membres illustres des expéditions d'Égypte ou de Morée qu'il avait connus au Jardin des Plantes.

En 1853, il part pour Chypre avec M. Damour, fils du minéralogiste, pour accomplir dans cette île une mission géologique et agronomique. Son attachement à la Société géologique est tel qu'à sept cents lieues, il veut vivre de sa vie et fait connaître par lettres aux séances les résultats de ses explorations. C'est dans les Mémoires de la Société qu'il publiera en 1862 la *Géologie de l'Île de Chypre* accompagnée d'une carte si précise que, quarante ans plus tard, M. Jukes-Browne, ayant, avec plus de facilité, dressé la même carte, a tenu, exemple rare, à faire proclamer à l'une de vos séances l'identité de ses tracés avec ceux de son devancier. Dans ce mémoire comme dans les *Recherches scientifiques en Orient* qui l'avaient précédé, Albert Gaudry, esprit merveilleusement cultivé, sait faire part égale à la science spéculative et à ses applications.

Sa vocation va être irrévocablement fixée quand, au retour de Chypre, après avoir visité les tombeaux géants des civilisations d'Orient, l'Égypte et le Liban, il s'arrêtera à Athènes. Avides de nouvelles comme au temps d'Alcibiade, les Grecs s'entretenaient des ossements fossiles récemment découverts au pied du Pentélique. Le jeune savant fut conduit par le baron de Forth Rouen, diplomate français, non loin de Marathon, au bord d'un ravin bordé de lauriers-roses, dominé par des abrupts de marbre blanc, près d'un hameau dont le nom, Pikermi, grâce à ses travaux, allait devenir illustre.

Pourtant il revient en France et reprend sa place au bureau de votre Société comme secrétaire fort actif ; mais, bien décidé à retourner en Attique, à fouiller le gisement entrevu, il obtient bientôt une mission de l'Académie des Sciences et repart.

C'est l'époque de la guerre de Crimée, les brigands dévastent la campagne aux portes même d'Athènes et, en débarquant au Pirée, Albert Gaudry apprend qu'ils viennent de saisir un capitaine français et d'obtenir 30 000 drachmes pour sa rançon. Avec autant d'obstination que de douceur, il écarte les amis prudents qui lui déconseillent de se mettre en route ; il part pour plusieurs mois, avec quelques gendarmes, s'installe dans la moins misérable mesure du hameau de Pikermi et commence ses fouilles. Elles sont souvent pénibles, mais la joie des découvertes quotidiennes, la beauté du paysage, soutiennent le courage du jeune naturaliste, tandis que son âme, éprise de bonté, s'attache aux modestes ouvriers qui l'aident : « La perspicacité

et la finesse sont l'un des traits particuliers du peuple grec, écrit-il. Combien ai-je passé d'agréables soirées dans des cabanes plus misérables que nos dernières masures de France, apprenant de mes hôtes des détails curieux sur leur vie, leurs mœurs, les productions et les petites industries de leur pays ! » Les Comptes rendus de l'Académie des Sciences autant que votre Bulletin enregistrent, au retour, les premiers et brillants résultats de ces fouilles.

Le mariage d'Albert Gaudry avec mademoiselle Hittorf, fille d'un architecte célèbre, membre de l'Académie des Beaux-Arts, auteur de l'*Architecture antique de la Sicile* et de l'*Architecture polychrome chez les Grecs*, entoura le naturaliste, arrivant de Pikermi, d'artistes et d'hommes de lettres aussi épris que lui-même de l'art classique, et la fréquentation quotidienne de ces fervents disciples du Beau imprima sur le style de son œuvre entière une marque profonde, qui nous a tous charmés.

Bientôt, en 1860, il repart pour la Grèce emmenant avec lui sa jeune femme et il y demeure sept mois. Ses fouilles à Pikermi ont une importance inconnue ; précurseur des grands explorateurs de l'Amérique du Nord, il rapportera des milliers d'ossements. Quelle joie d'exhumer ces êtres multiples dont les ossements fossiles ont contribué à enfanter la légende de Deucalion ou celle de Phénicè et de ses compagnons changés en pierre par Persée qui leur présente la tête de Gorgone ou celle des monstres horribles vaincus par Hercule et Thésée.

Il ne peut contenir son enthousiasme d'amant de la nature : « Aux heures où le soleil monte ou s'abaisse, alors que les premiers plans sont cachés par la pénombre et que les montagnes se parent de mille couleurs » il croit contempler « quelque tableau d'une beauté trop grande pour des yeux mortels ». Et la classique prière d'Iphigénie chante en sa mémoire : « Que n'ai-je la voix d'Orphée pour animer les pierres... » Mais il aura mieux qu'Orphée la vertu persuasive, car il va rapporter aux savants étonnés, non des phrases sonores, non des mots, mais des faits, et la Société géologique comprend toute l'importance de ses découvertes, quand elle appelle Gaudry à la présider en 1863, à trente-six ans.

Chacune de ses notes à l'Académie ébranle le dogme de la fixité des espèces, apporte une preuve nouvelle à l'appui de la théorie évolutionniste que l'*Origine des espèces* de Darwin vient de remettre en lumière tout en suscitant d'ardents combats, cependant que les idées des grands précurseurs français Lamarck et Geoffroy-Saint-Hilaire semblent momentanément oubliées.

Tandis que Gaudry présente aux naturalistes les formes intermédiaires, jusqu'alors hypothétiques, entre des familles, des genres ou des espèces, les derniers disciples de Cuvier, éblouis jusqu'à l'aveuglement par le talent descriptif de leur maître, refusent de le suivre dans la voie nouvelle. A l'Académie des Sciences, au Muséum, à la Société géologique même, dans la petite salle de la rue de Fleurus où Hébert et d'Archiac échangent de vifs propos pour des faits infimes, plus d'un illustre confrère traite de chimères les idées et les observations du jeune paléontologiste.

Mais, toujours aimable et toujours aimé, il est écouté de tous avec la plus grande attention quand, le 23 avril 1866, il offre à la Société les deux dernières livraisons de son œuvre : *Animaux fossiles et Géologie de l'Attique* et en expose les conclusions qui sont encore maintenant les principes directeurs de la Paléontologie des Mammifères. Certain que les changements du monde animé se sont accomplis par de lentes transformations, il esquisse les arbres généalogiques des Rhinocéros, des Chevaux, des Éléphants, des Ours, des Hyènes ; mais il a pourtant l'esprit scientifique trop développé pour croire, ainsi qu'on le lui a reproché parfois, que ces tableaux ne sont pas provisoires ; il sait et il proclame « que chaque pas de la science les modifiera ». Il constate que les espèces ont une longévité d'autant moins grande qu'elles sont d'une classe plus élevée » et il met en évidence dès cette époque « l'importance des migrations de faunes ».

La partie descriptive de ce grand ouvrage, modèle de clarté, de méthode, de conscience scientifique aurait suffi à mettre Albert Gaudry au nombre des meilleurs naturalistes de son temps ; mais il savait qu'un amas de matériaux n'est pas un édifice ; l'horizon s'était brusquement illuminé devant lui, il croyait avoir aperçu la brillante Vérité et hardiment, simplement, il la montrait telle qu'il l'avait entrevue. Cette date du 23 avril 1866 est grande dans l'histoire de l'évolution.

Albert Gaudry reçoit alors les félicitations de Darwin, de Lyell, mais il va connaître la lutte dans son propre pays ; car la personnalité de Cuvier domine encore la science, écrase de sa puissance les travaux de ses continuateurs. La grande intelligence de l'auteur des *Ossements fossiles* n'a pas manqué un demi-siècle auparavant d'examiner « pourquoi les races actuelles ne seraient pas des modifications des races anciennes que l'on trouve parmi les fossiles, modifications qui auraient été produites par les circonstances locales et le changement de climats » et l'auteur du *Discours sur les Révolutions du globe* concluait que « si les

espèces ont changé par degrés, on devrait trouver les traces de ces modifications graduelles ; entre le *Palæotherium* et les espèces d'aujourd'hui, on devrait découvrir quelques formes intermédiaires ». Ce sont de telles formes intermédiaires que Gaudry présentait aux zoologistes qui venaient d'affirmer, changeant en obstination la prudence de leur maître, que : « De quelque côté que l'on envisage la question, l'immutabilité des espèces est le grand fait, le fait que tout démontre. »

Le Ministre de l'Instruction publique, Duruy, séduit par les conceptions d'Albert Gaudry, le charge d'un cours libre à la Sorbonne, mais cet enseignement trop peu orthodoxe va être étouffé à tout prix ; le professeur de géologie accuse le malheureux paléontologiste, dont nous avons tous connu le soin méticuleux, de mettre du désordre dans la collection de la Faculté ; un jour même, le jeune professeur constate que son cours est rayé de l'affiche officielle, sans qu'il en ait été averti, par un doyen d'autant plus opposé à la nouvelle orientation de la paléontologie, qu'il vient d'apprendre la démission du ministre Duruy.

La chaire de Paléontologie du Muséum devient vacante en 1868. Albert Gaudry, aide-naturaliste depuis 1853, est prêt à en gravir les degrés, mais la même opposition veille et lui fait préférer Édouard Lartet, vieillard, qui n'a jamais enseigné.

La guerre, l'invasion, le siège, interrompent les travaux scientifiques ; votre société tient pourtant ses séances sous l'énergique présidence de Paul Gervais. Albert Gaudry montre à tous sa haute conception du patriotisme, en soutenant les esprits par un cours qu'interrompent les obus ou en quittant le triste dîner de famille où chacun, l'âme anxieuse, apporte sa frugale ration, pour courir à la porte de Châtillon faire simplement son devoir en face des balles ennemies.

Mais le deuil de la patrie rend plus fervent le culte de la vérité. Après le bruit du canon, après le sang versé, dans la douleur, le travail reprend ; c'est une grande époque de foi scientifique et Gaudry prépare, en même temps que ses amis Fischer et Tournouer, un ouvrage sur les fossiles qu'il a recueillis quelques années plus tôt au pied du Mont Léberon en Provence. Il y trace de main de maître le tableau complet de la succession des faunes de Mammifères qui ont vécu en France pendant le Tertiaire ; il y montre, notion féconde, que la séparation des étages géologiques est due surtout à des déplacements de faunes produisant une apparente discontinuité dans l'évolution régulière des êtres animés.

Cependant Édouard Lartet est mort en 1871, quelques mois après sa nomination, sans avoir professé. Le temps paraît venu enfin pour Gaudry d'exposer la science des fossiles dans l'amphithéâtre du Muséum où depuis vingt ans d'autres voix se font entendre. Mais sa doctrine semble trop hardie encore. Pourquoi cette philosophie dans la science? Que ne revient-on à l'enseignement descriptif ancien? D'où vient cette témérité de discuter les dogmes immuables? Pendant une année entière, l'assemblée des Professeurs du Muséum s'oppose au maintien de la chaire de Paléontologie. Puis elle tente de charger Schimper, de Strasbourg, d'un cours de botanique fossile, mais le savant Alsacien refuse avec dignité pour ne pas contribuer à la suppression d'un enseignement devenu indispensable.

Le courant d'idées provoqué par les livres de Darwin l'emporte enfin et, le 8 juin 1872, Albert Gaudry est nommé professeur au Muséum.

Dans le bâtiment où Cuvier fonda la science des ossements fossiles, dans la salle où pour la première fois de Blainville prononça le mot de *Paléontologie*, il commence à exposer avec ardeur les « enchaînements » qui relient les créatures des anciens jours aux créatures actuelles. Son esprit de haute généralisation, son langage très pur, le soin minutieux apporté à la préparation de chaque leçon, charment et persuadent son auditoire sans cesse plus nombreux.

Pour la deuxième fois, la Société géologique choisit Albert Gaudry comme président en 1878, quand paraît le premier volume de ses « *Enchaînements du Monde animal dans les temps géologiques* » où il présente à tous les naturalistes, à tous les penseurs, cet enseignement fécond. Sur la table du philosophe le plus spiritualiste, dans la bibliothèque du novateur le plus hardi, dans le laboratoire du savant le plus observateur, dans la chambre de l'étudiant le plus humble, ce livre apporte la conviction ferme que la théorie de l'évolution n'est pas un scintillement de mots mais une doctrine fondée sur des faits incontestables, écrite dans les plus anciennes archives, au sein même de la terre. Ce serait offenser la mémoire du vieux maître d'ébaucher ici l'analyse de son œuvre capitale. Nous l'avons tous méditée, depuis ceux qui ont connu les armes diverses employées contre le transformisme jusqu'à ceux qui n'ont pas trente ans et que le doute n'a pas effleuré.

Alors commence pour Gaudry l'époque triomphale. Les géologues de toutes nations, pour la première fois réunis en congrès, entourent le savant éminent qui les salue au nom de notre société.

Cope lui apporte d'Amérique la confirmation de sa doctrine. Les défenseurs ardents de l'évolution admirent le faisceau de preuves qu'il a réunies ; ses plus violents adversaires faiblissent devant le tableau grandiose de ces transformations « où Dieu a mis, dit-il, l'empreinte de son unité ».

Dans le pays de Buffon, de Lamarck, de Geoffroy-Saint-Hilaire, par une contradiction étrange, l'opposition cédait plus lentement et ce ne fut pas sans quelques égratignures académiques que Gaudry put devenir membre de l'Institut en 1881.

Si le nouvel académicien était connu surtout par ses travaux sur les Mammifères de l'ère tertiaire, il savait que ses confrères venaient de consacrer aussi ses efforts pour déchiffrer les premiers feuillets si lacérés et les dernières pages si confuses de l'histoire des Vertébrés.

Le Bulletin de la Société géologique et les Comptes Rendus de l'Académie montraient combien il avait patiemment étudié les plus anciens Amphibiens et Reptiles des schistes permien d'Autun mettant en évidence à la fois leurs caractères primitifs et leur diversité.

Dès 1859 il avait inscrit son nom d'une façon impérissable parmi les fondateurs de l'Archéologie préhistorique, en apportant à l'Académie des Sciences, jusque là sceptique, des silex taillés recueillis par lui-même à Saint-Acheul avec des débris de Mammifères éteints. Alors que l'étude du terrain quaternaire paraissait vaine à plus d'un géologue, il avait en 1866 entrepris la Société géologique des ossements trouvés dans les alluvions de la Seine et de la Marne ; puis ce furent ceux de Louverné dans la Mayenne, de Santenay dans la Côte-d'Or, de Rochebertier dans la Dordogne et jusqu'à ceux de Chine ou de l'Alaska. En publiant les *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires*, pendant que les préhistoriens faisaient paraître les *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme*, il préparait l'union féconde de la paléontologie, de la géologie et de la préhistoire pour résoudre le passionnant problème de l'origine de l'humanité.

Lorsque pour la troisième fois, exemple unique, la Société géologique demanda à Gaudry de présider ses séances en 1887, elle admirait la persévérance acharnée avec laquelle il poursuivait la formation d'une grande collection paléontologique et la création d'un Musée destiné à rendre sensible aux yeux les multiples changements du Monde animé dans les temps géologiques. Elle savait que d'efforts inlassables avait coûtés déjà une galerie provisoire de paléontologie ouverte au Muséum deux ans plus tôt près des vieux bâtiments qui, sous Louis XIV, abritaient les Nouveaux Convertis.

Plus qu'aucun autre naturaliste Albert Gaudry, à sa nomination, avait pu méditer le chapitre où Darwin traite « De l'insuffisance de nos collections paléontologiques », car un arrêté ministériel venait d'attribuer au professeur d'anatomie comparée, Paul Gervais, la direction absolue de la collection d'ossements fossiles, arrachant même au malheureux paléontologiste les fossiles recueillis par lui à Pikermi. Professeur-Administrateur au Muséum, il n'avait pour professer que la collection d'Invertébrés de d'Orbigny acquise par l'État en 1858 et il n'administrait aucune salle de Musée.

Sept ans plus tard, en 1879, Paul Gervais meurt et justice est enfin rendue au professeur de Paléontologie ; grâce à l'initiative éclairée du directeur Frémy, les collections d'ossements fossiles lui sont remises. Dès lors aucune démarche ne lui paraît vaine, aucune lettre inutile ; il veut créer en France une galerie de paléontologie publique qui sera une histoire, une philosophie tangibles. Il déploie toutes les ressources de la persuasion et toutes les forces de la persévérance et parvient d'abord à l'installation d'une galerie provisoire, puis à la création du Musée que vous connaissez tous, objet d'admiration pour les naturalistes et pour le peuple avide de s'instruire, inauguré en 1898 et déjà beaucoup trop exigü.

En traçant le plan d'arrangement du Musée si ardemment rêvé votre président de 1887 écrivait : « J'aimerais que pour terminer notre galerie, on plaçât une statue représentant une figure humaine, figure douce et bonne, figure d'artiste et de poète, admirant dans le passé la grande œuvre de la création et réfléchissant à ce qui pourrait rendre le monde encore meilleur ». Dans quel miroir a-t-il entrevu ce portrait ? N'êtes-vous pas certains de l'avoir connu ici, ce penseur épris de Vérité, de Beauté, de Bonté ? Et si un jour l'image de Gaudry peut être placée dans le Musée qu'il a créé, n'est-ce pas la fin de son rêve qui se réalisera ?

Vous avez connu, lecteurs de toutes ses œuvres, sa philosophie simple et douce. Elle n'a pas varié depuis ses recherches à Pikermi jusqu'au jour où il l'a condensée en un *Essai de Paléontologie philosophique*. Profondément spiritualiste, il pouvait appliquer aux incessantes mutations des êtres animés les vers du poète :

L'œil y voit un monde
L'âme y trouve un Dieu

L'histoire du monde lui a montré « une unité de plan qui se poursuit à travers tous les âges annonçant un Organisateur

immuable » et l'idée de découvrir quelque chose de ce plan a dirigé toutes ses recherches ; il a constaté les changements sans vouloir en chercher les causes immédiates ; il n'a pas arrêté son esprit aux théories darwiniennes, sentant peut-être leur insuffisance pour expliquer par la seule sélection naturelle le progrès incessant des êtres et prévoyant peut-être aussi leur exagération dans les sciences sociales ; ce n'est pas dans la lutte et la misère qu'un organisme peut s'améliorer, mais dans le calme et la fécondité. L'esprit de l'auteur des *Enchaînements* aurait été plus enclin à admettre les conceptions mécaniques des disciples de Lamarck, si ses aspirations ne l'avaient sans cesse élevé vers l'Infini.

Pour lui, tout dans le monde est harmonie. Depuis l'ère des Trilobites jusqu'au développement de l'humanité, il a découvert des enchaînements : « Qui dit enchaînement, a-t-il écrit, dit union, qui dit union dit amour ; la grande loi de la vie est une loi d'amour. »

Cette loi d'amour, ce culte de la Bonté, ont dominé surtout ses dernières années. C'est alors qu'il eut la grande joie de présider le Congrès géologique international à Paris en 1900, de sentir vibrer autour de lui la sympathie des géologues du monde entier, depuis longtemps acquise par sa rare courtoisie au cours de ses nombreux voyages en Europe et même en Amérique. A soixante-treize ans il n'avait épargné ni temps ni peine pour unir les savants étrangers dans une commune admiration de « notre douce France » et pour aider à ces travaux internationaux qui doivent débarrasser la Science des voiles épais de l'érudition et la faire apparaître belle d'une beauté auguste.

Albert Gaudry vient d'être promu commandeur de la Légion d'honneur, il est membre de la Société Royale de Londres, il va être Président de l'Académie des Sciences ; mais,

Ce qu'on appelle nos beaux jours
N'est qu'un éclair brillant dans une nuit d'orage.

pour la seconde fois un deuil cruel va atteindre son cœur aimant. Il a terminé la dernière leçon de son enseignement et quitté l'amphithéâtre pour prendre quelque repos à sa villa de Versailles quand, en y arrivant, il voit tomber à ses pieds, morte, la compagne dévouée qui si activement venait d'aider à son triomphe et qui si doucement avait su atténuer le chagrin d'un premier veuvage. C'est le retour affolé à Paris, dans la nuit, dans la voiture même qui vient de l'amener, près de la créature aimée qui déjà n'est plus et qu'il veut croire vivante encore ; puis, c'est la cruelle séparation, montrant au grand savant que tout est vain dans la solitude sauf le culte du Bien et la recherche du Vrai.

L'admiration fervente de ses élèves, de ses amis, de ses confrères sut pourtant projeter sur sa vie assombrie l'éclair d'une véritable apothéose en célébrant, le 9 mars 1902, son cinquantième scientifique dans le Musée qu'il avait créé. Au premier rang des savants français et étrangers, réunis pour fêter le maître de la paléontologie, votre président annuel rappelait alors avec émotion les liens intimes qui depuis près de cinquante-trois ans unissaient Albert Gaudry à la Société géologique de France.

Enfin, après trente années d'enseignement éloquent, il résigna ses fonctions professorales, heureux d'entendre résonner dans l'amphithéâtre et dans le laboratoire la voix du disciple de prédilection dont il appréciait depuis près de vingt ans les travaux et l'affection.

La vieillesse, cependant, épargnait son corps autant que sa belle intelligence. C'était plaisir de voir sa stature élégante, son visage souriant encadré d'une admirable chevelure blanche, quand il continuait à venir chaque jour au Muséum, aussi assidûment qu'au temps de sa jeunesse, dans ce laboratoire où l'entourait un affectueux respect, où il donnait à tous l'exemple du travail, surprenant même les plus jeunes par le soin minutieux apporté à la forme de ses ouvrages, n'épargnant aucune peine pour cacher à ses lecteurs toute son énorme besogne de recherche, modèle de probité scientifique.

C'est alors que revenant aux études de paléontologie humaine du début de sa carrière, il appliqua à l'examen de la dentition de l'homme quaternaire de Grimaldi son expérience et sa sagacité. C'est alors surtout qu'il montra les caractères si spéciaux des Mammifères tertiaires de Patagonie, dont le fils de son ami Tournouër avait, sur ses conseils, rapporté en France une riche collection. A quatre-vingts ans passés, il terminait un mémoire sur le *Pyrotherium*, l'un des plus étranges Mammifères de ce « monde antarctique » si différent des faunes d'Europe, d'Asie et de l'Amérique du Nord.

De cruelles douleurs physiques le retenaient, depuis plusieurs mois, loin de son cher laboratoire, loin de vos séances. Dans son cabinet de travail, longtemps si hospitalier, ses amis l'entouraient, frappés d'admiration par la grandeur de son caractère et par son inaltérable bonté. Pour les sages, suivant le mot de Montaigne « philosopher c'est apprendre à mourir » et dans les souffrances les plus aiguës, s'efforçant de sourire à ses amis, il cherchait à comprendre encore l'universelle harmonie proclamée dans son œuvre.

Vous avez voulu lui causer une suprême joie en le nommant,

peu de temps avant sa mort, comme exceptionnel hommage, membre de votre conseil où il avait si utilement siégé à des titres divers pendant quarante-quatre ans, défenseur ardent de toute idée généreuse et vous avez même décidé qu'une délégation spéciale lui témoignerait, en annonçant cette élection, l'admiration de la Société géologique pour son œuvre tout entière.

Au delà de la mort, il demeurera parmi nous puisqu'il a désiré qu'en son nom vous honoriez, par une médaille d'or, un savant éminent et que vous aidiez, par une subvention, un débutant modeste ; ainsi d'année en année, à cette séance, le souvenir de l'auteur des *Enchaînements du Monde animal* se perpétuera ici comme celui d'un grand homme de science et d'un grand homme de bien.

Son œuvre est aussi belle que fut pure son âme, elle est aussi féconde que son exemple est précieux. Si rapides que soient les progrès de nos connaissances, le rayonnement des travaux d'Albert Gaudry ne sera pas éteint quand auront disparu ses élèves, ses confrères ou ses amis et son nom demeurera parmi ceux qui, traçant une voie nouvelle à la Science, ont fait preuve de génie.

LISTE DES PUBLICATIONS D'ALBERT GAUDRY¹ (1850-1909).

I. — PALÉONTOLOGIE GÉNÉRALE.

PALÉONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE. — ÉVOLUTION.

1861. Sur la longévité inégale des animaux supérieurs et des animaux inférieurs dans les dernières périodes géologiques. *B. S. G. F.*, (2), XVIII, p. 408.
1866. Des animaux fossiles de Pikermi au point de vue de l'étude des formes intermédiaires. *C.R. Ac. Sc.*, 19 février 1866.
1866. Résumé des recherches sur les animaux fossiles de Pikermi. *B. S. G. F.*, (2), XXIII, p. 509.
1869. La théorie de l'évolution et la détermination des terrains. — Les migrations animales aux époques géologiques. *Rev. Cours scientifiques*, 18 décembre 1869.

1. Cette liste est la reproduction, groupée par matières, de celle qui a été publiée par M. Marcellin Boule dans les *Nouvelles Archives du Muséum*, 5^e sér., 1909, pp. ci-cxxvi.

1878. Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires. Grand in-8°, 312 gravures. Résumés dans *B. S. G. F.*, (3), VI, p. 151, et dans *Arch. Zool. expérimentale et générale*, VIII, p. 67.
1883. Les enchaînements du monde animal. Fossiles primaires. Grand in-8°, 317 p., 285 fig. Résumé dans les *C.R. Ac. Sc.*, 4 décembre 1882 et 12 février 1883.
1888. Les ancêtres de nos animaux dans les temps géologiques. In-16, 296 p., Paris, J.-B. Baillière.
1890. Les enchaînements du monde animal. Fossiles secondaires. Grand in-8°, 322 p., 403 fig. Paris, Masson et C^{ie}. Résumé dans *Rev. sc.* du 1^{er} mars 1890.
1896. Essai de Paléontologie philosophique. Grand in-8°, 320 p., 204 fig., Paris, Masson et C^{ie}. Résumé dans *Revue des Deux Mondes*, 15 février et 1^{er} mars 1896.
1903. Sur la marche de l'évolution en Patagonie. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 473.
1905. Sur les migrations des espèces dans les temps géologiques. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 74.

II. — PALÉONTOLOGIE HUMAINE.

1859. Contemporanéité de l'espèce humaine et de diverses espèces animales aujourd'hui éteintes. *C.R. Ac. Sc.*, 8 octobre 1858. Un deuxième tirage de ce travail a été fait en 1861
1866. Sur les instruments humains et les ossements d'animaux trouvés par MM. Martin et Rebourg dans le Quaternaire de Paris. *B. S. G. F.*, (2), XXIV, p. 147.
1886. Sur un bois de Renne orné de gravures, que M. Eugène Paignon a découvert à Montgaudier. *C.R. Ac. Sc.*, 19 juillet 1886, figuré dans *La Nature*, 7 août 1886.
1886. La grotte de Montgaudier. *C.R. Ac. Sc.*, 22 novembre 1886.
1889. Sur le creusement des vallées et le remplissage des cavernes dans leurs rapports avec l'ancienneté de l'Homme. *Congrès intern. d'Anthrop. d'Archéol. préhist.*, session de Paris, 1889, p. 57.
1895. Le gisement de San Isidro, près de Madrid. *L'Anthropologie*, VI, p. 615.
1901. Sur la similitude des dents de l'homme et de quelques animaux. *L'Anthropologie*, XII, p. 93.
1901. Id. Deuxième note. *L'Anthropologie*, XII, p. 513.
1901. Représentation d'animaux fossiles. *B. S. Hist. nat. d'Autun*, 1901, p. 49.
1901. Sur la difficulté de fixer l'âge des dépôts où l'on rencontre les indices de l'existence de l'homme. *L'Anthropologie*, XII, p. 163, et *Congrès intern. d'Anthr. et d'Arch. préh.*, session de Paris, 1900.
1902. Feuilles de Baoussé-Roussé. Étude d'un nouveau type humain par M. Verneau. *La Nature*, 10 mai 1902. Traduction dans *Smithsonian Report* pour 1902, p. 451, Washington, 1903.
1903. Contribution à l'histoire des Hommes fossiles. *L'Anthropologie*, XIV, p. 1.

1907. Les fouilles entreprises dans les Grottes de Grimaldi sous le patronage du Prince de Monaco. *P. V. Soc. Hist. nat. Autun*, 1907.
1907. Sur le berceau de l'humanité. *Congrès intern. d'Anthrop. et d'Arch. préh.* *CR.*, 13^e session, Monaco, I, p. 162.
1907. Sur l'avance du menton. *Congrès intern. d'Anthrop. et d'Arch. préh.*, 13^e session, Monaco, II, p. 373.

III. — MAMMIFÈRES FOSSILES.

1855. Sur les premières fouilles paléontologiques entreprises à Pikermi (Attique), par M. Gaudry, d'après les ordres de l'Académie des Sciences. *C.R. Ac. Sc.*, 19 novembre 1855.
1856. Sur les résultats des fouilles entreprises au mont Pentélique (Attique) par M. Gaudry. *C.R. Ac. Sc.*, 11 février 1856.
1856. Sur les résultats des recherches paléontologiques entreprises dans l'Attique sous les auspices de l'Académie (en collaboration avec E. Lartet). *C.R. Ac. Sc.*, 4 août 1856.
1860. Résultats des nouvelles fouilles exécutées sous les auspices de l'Académie à Pikermi (Grèce). Lettre à M. le Secrétaire perpétuel. *C.R. Ac. Sc.*, 17 septembre 1860.
1860. Résultats des fouilles exécutées en Grèce sous les auspices de l'Académie (*Dinotherium* et *Helladotherium*). *C.R. Ac. Sc.*, 26 novembre 1860.
1860. Résultats des fouilles exécutées en Grèce sous les auspices de l'Académie (suite) (*Metarctos* et *Leptodon*). *C.R. Ac. sc.*, 10 décembre 1860.
1860. Note sur quelques os gigantesques provenant des nouvelles fouilles entreprises en Grèce. *B. S. G. F.*, (2), XVIII, p. 91.
1861. Note sur les Antilopes trouvées à Pikermi (Grèce). *B. S. G., F.* (2), XVIII, p. 388, avec 3 pl. Résumé dans *CR. Ac. Sc.*, 11 février 1861.
1861. Note sur les Carnassiers fossiles de Pikermi (Grèce). *B. S. G. F.*, (2), XVIII, p. 527, avec 2 pl. Un extrait dans les *C.R. Ac. Sc.*, 15 avril 1861.
1861. Résultats des fouilles entreprises en Grèce sous les auspices de l'Académie (Girafe). *C.R. Ac. Sc.*, 22 avril 1861.
1861. Note sur la Girafe et l'*Helladotherium* trouvés à Pikermi (Grèce). *B. S. G. F.*, (2), XVIII, p. 587 avec 1 pl.
1862. Sur les Singes fossiles de Grèce. *CR. Ac. Sc.*, 26 mai 1862.
1862. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 2 vol., grand in-4^o, 476 p., 75 pl. Carte géologique de l'Attique au 1/1200000. (La publication de cet ouvrage a duré de 1862 à 1867).
1863. Sur les liens que les Hyènes fossiles établissent entre les Hyènes vivantes. *B. S. G. F.*, (2), XX, p. 404.
1864. Des liens qui unissent les Mastodontes trilophodons et tétralophodons. *B. S. G. F.*, (2), XXI, p. 193.
1864. Des liens qui semblent unir plusieurs Rhinocéros fossiles aux Rhinocéros vivants. *B. S. G. F.*, (2), XXI, p. 233.
1864. Remarques sur les liens qui semblent exister entre les *Paloplotherium* et les *Palæotherium*. *B. S. G. F.*, (2), XXI, p. 312.
1864. Note sur les Hipparions. *B. S. G. F.*, (2), XXII, p. 21.
1865. Remarques sur les *Paloplotherium*. *Nouv. Arch. Muséum d'Hist. nat.*, in-4^o, avec 1 pl.

1872. Animaux fossiles du Léberon (Vaucluse). *C.R. Ac. Sc.*, 15 avril 1872.
1872. Sur une dent d'*Elephas primigenius* trouvée par M. Pinard dans l'Alaska. *C.R. Ac. Sc.*, 18 novembre 1872. Cette note a été reproduite avec figures dans les *Voyages à la côte Nord-Ouest de l'Amérique*, par M. Alphonse Pinart, in-4°, 1875.
1872. Sur des ossements d'animaux quaternaires que M. l'abbé David a recueillis en Chine. *B. S. G. F.*, (2), XXIX, p. 177 avec une gravure et *Journ. de Zool.* I, p. 300.
1872. Sur des ossements fossiles que MM. Chaerëtis et Engelhard ont recueillis dans les provinces danubiennes. *B. S. G. F.*, (2), p. 142.
1873. Sur les fossiles quaternaires recueillis par M. Oehlert à Louverné (Mayenne). *B. S. G. F.*, (2), p. 254. Un extrait de cette note a paru dans les *C.R. Ac. Sc.*, 10 mars 1873.
- 1873: Animaux fossiles du mont Léberon, ouvrage fait en collaboration avec MM. P. Fischer et R. Tournouër. Un volume grand in-4°, de 180 p. avec 21 planches. Des extraits de cet ouvrage ont paru dans le *B. S. G. F.*, (3), I, p. 201 et p. 232, et sous forme de brochure intitulée: *Considérations sur les Mammifères qui ont vécu en Europe à la fin de l'époque miocène*, Paris, Savy, 1873.
1873. Sur l'*Anthracotherium* découvert à Saint-Menoux (Allier). *B. S. G. F.*, (3), II, p. 36 avec 1 pl.
1875. Sur quelques indices de l'existence d'Édentés au commencement de l'époque miocène. *CR. Ac. Sc.* 29 novembre 1875.
1875. Sur de nouvelles pièces fossiles découvertes dans les phosphorites du Quercy. *CR. Ac. Sc.*, 6 décembre 1875. Cette note et la précédente ont été reproduites avec une planche dans le *Journ. de Zool.* de Paul Gervais, IV, 1875. Sous le titre: Sur quelques pièces de Mammifères qui ont été trouvées etc. . .
1876. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires. 1^{er} fascicule in-4° avec gravures intercalées dans le texte et 11 pl. de fossiles. Un extrait de ce travail a été inséré dans les *C.R. Ac. Sc.*, 22 mai 1876, et dans le *B. S. G. F.*, (3), IV, p. 451.
1876. Sur un Hippopotame fossile découvert à Bône (Algérie). *B. S. G. F.*, (3), IV, p. 501 avec 1 planche.
1876. Id. *CR. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 90.
1876. Les animaux quaternaires de la montagne de Santenay. *B. S. G. F.*, (3), IV, p. 682.
1880. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, 2^o fascicule. De l'existence des Saïgas en France à l'époque quaternaire. In-4° avec 4 pl. Un résumé de ce mémoire a paru dans les *Arch. Zool. expérimentale*, VIII, p. 405.
1881. Sur un gisement de Rennes auprès de Paris. *C.R. Ac. Sc.*, 21 novembre 1881.
1882. Sur des débris de Mammouth trouvés dans l'enceinte de Paris. *C.R. Ac. Sc.*, 26 juin 1882.
1883. Note sur le *Tylodon Hombresii*. *B. S. G. F.*, (3), XII, p. 137.
1884. Sur un Sirénien d'espèce nouvelle trouvé dans le bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), XII, p. 372, avec 1 pl. et *C.R. Ac. Sc.*, 31 mars 1884.
1885. Sur les Hyènes de la grotte de Gargas découvertes par M. Félix Regnault. *C.R. Ac. Sc.*, 9 février 1885.
1885. Sur les Dinocératidés que M. Marsh a recueillis dans l'Éocène du Wyoming. *C.R. Ac. Sc.*, 19 octobre 1885.

1887. Le petit *Ursus spelæus* de Gargas. *C.R. Ac. Sc.*, 14 mars 1886 et *La Nature*, 21 mai 1887.
1887. Sur l'*Elasmotherium*. *C.R. Ac. Sc.*, 7 novembre 1887.
1888. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, 3^e fascicule. L'*Elasmotherium* (en collaboration avec M. Marcellin Boule). In-4^o avec 4 pl. Paris, Masson et C^{ie}.
1888. Sur les dimensions gigantesques de quelques mammifères fossiles. *C. R. Ac. Sc.*, 30 juillet 1888, et *La Nature*, 24 novembre 1888.
1889. Restauration du squelette du *Dinoceras*. *C. R. Ac. Sc.*, 24 juin 1889.
1889. Sur les Mastodontes trouvés à Tournan, dans le Gers, par M. Marty. *C. R. Ac. Sc.*, 24 juin 1889.
1890. Le *Dryopythecus*. *C. R. Ac. Sc.*, 24 février 1890.
1890. Le *Dryopithèque*. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, n^o 1, in-4^o, avec 1 pl. Résumé par l'auteur dans *La Nature*, 5 juillet 1880.
1890. Remarques sur le nom générique d'*Hipparion*. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 189.
1890. Sur le fossile décrit par M. de Zigno sous le nom d'*Anthracotherium monsvialense*. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 255.
1890. Sur une mâchoire de phoque du Groenland trouvée par M. Michel Hardy dans la grotte de Raymond. *C. R. Ac. Sc.*, 25 août 1890.
1891. Remarques sur quelques fossiles du musée de Florence. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 228.
1891. Quelques remarques sur les Mastodontes à propos de l'animal du Cherichira. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, n^o 8, 1891, avec 2 pl.
1892. Sur le Singe de Montsaunès découvert par M. Harlé. *C.R. Ac. Sc.*, 30 mai 1892.
1892. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, 4^e fascicule. Les oubliettes de Gargas (en collaboration avec M. Marcellin Boule). In-4^o, avec 5 pl., Paris, Masson et C^{ie}.
1892. L'éléphant de Durfort. *Extr. du volume commémoratif du Centenaire de la fondation du Muséum*, in-4^o avec 1 pl. Reproduit en 1894, dans le *B. Soc. d'Étude des Sc. nat. de Nîmes*, 1894, n^o 3, p. 52.
1894. Sur les fossiles recueillis à Montsaunès par M. Harlé. *C. R. Ac. Sc.*, 23 avril 1894.
1897. La dentition des ancêtres des Tapirs. *B. S. G. F.* (3), XXV, p. 315.
1899. Sur le *Neomylodon*. *C. R. Ac. Sc.*, 25 septembre 1899.
1899. Résumé d'un travail de M. Erland Nordenskjold. *C. R. Ac. Sc.*, 26 décembre 1899.
1899. Sur le *Neomylodon* de Patagonie. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 496.
1900. Sur une découverte de peau fossile en Patagonie. *B. S. G. F.*, (3) XXVIII, p. 208.
1902. Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en Patagonie. *B. Hist. nat. Autun. Procès-verbaux*, 1902.
1902. Observation sur les *Lophiodon*. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 344.
1904. Fossiles de Patagonie. Dentition de quelques Mammifères. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, n^o 31, avec 42 fig.
1905. Sur les attitudes de quelques animaux tertiaires de la Patagonie. *C. R. Ac. Sc.*, 20 novembre 1905.
1906. Fossiles de Patagonie. Les attitudes de quelques animaux. *Ann. de Paléontologie*, I, p. 1.
1906. Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique. *Ann. de Paléontologie*, I, p. 100, et *C. R. Ac. Sc.*, 18 juin 1906.

1908. Fossiles de Patagonie. De l'économie dans *La Nature. Ann. de Paléontologie*, III, p. 44. Un résumé de ce travail a été inséré dans les *C. R. Ac. Sc.*, 1^{er} juin 1908.
1909. Fossiles de Patagonie. Le *Pyrotherium* (mémoire posthume). *Ann. de Paléontologie*, VI, p. 1.

IV. — OISEAUX, REPTILES, AMPHIBIENS ET POISSONS FOSSILES.

1862. Note sur les débris d'oiseaux et de reptiles trouvés à Pikermi (Grèce), suivie de quelques remarques de paléontologie générale. *B. S. G. F.*, (2), XIX, p. 620, avec 1 pl. Un extrait de cette note a paru dans les *C. R. Ac. Sc.*, 3 mars 1862.
1866. Sur le Reptile découvert par M. Frossard à la partie supérieure du terrain houiller de Muse, près Autun (Saône-et-Loire). *C. R. Ac. Sc.*, 20 août 1866.
1867. Mémoire sur le Reptile découvert par M. Frossard, à Muse. *Nouv. Arch. Mus.*, in-4^o avec une planche in-folio. Un extrait de ce mémoire a été inséré dans le *B. S. G. F.*, (2), XXIV, p. 397.
1868. Sur l'*Actinodon Frossardi* de Muse. *B. S. G. F.*, (2) XXV, p. 576.
1875. Sur la découverte de Batraciens dans les terrains primaires. *B. S. G. F.*, (3), III, p. 299, avec 2 pl. Un résumé de cette note a été publié dans les *C. R. Ac. Sc.*, 15 février 1875.
1876. Les Reptiles des schistes bitumineux d'Autun. *B. S. G. F.*, (3), IV, p. 720 avec 1 pl.
1878. Sur un grand Reptile fossile l'*Eurysaurus Raincourtii*. *C. R. Ac. Sc.*, 22 avril 1878.
1878. Les Reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun. *B. S. G. F.*, (3), VII, p. 62. Un extrait de ce mémoire a été inséré dans les *CR. Ac. Sc.*, 16 décembre 1878, sous le titre : Les Reptiles des temps primaires.
1880. Sur un Reptile très perfectionné trouvé dans le terrain permien. *C. R. Ac. Sc.*, 18 octobre 1880.
1881. Sur un nouveau genre de Poisson primaire. *C. R. Ac. Sc.*, 21 mars 1881, et *La Nature*, 7 mai 1881.
1881. Sur les plus anciens Reptiles trouvés en France. *C. R. Ac. Sc.*, 16 mai 1881.
1882. Sur de nouvelles pièces que M. Gaston Planté a recueillies dans les argiles ligniteuses du Bas-Meudon. *B. S. G. F.*, (3), X, p. 236 avec figures.
1884. Nouvelle note sur les Reptiles permien. *C. R. Ac. Sc.*, 3 novembre 1884.
1885. Nouvelle note sur les Reptiles permien. *B. S. G. F.*, (3), XIII, p. 44, avec 2 pl.
1885. Sur les similitudes que plusieurs Reptiles ont eues dans divers pays du monde vers la fin des temps primaires. *C. R. III^e Congrès géol. intern.*, Berlin 1885.
1886. Sur un nouveau genre de Reptile trouvé dans le Permien d'Autun. *B. S. G. F.*, (3), XIV, p. 430, avec 1 pl., et *C. R. Ac. Sc.*, 30 août 1886.
1887. L'*Actinodon*. *Nouv. Arch. du Mus. d'Hist. nat.*, 1887.

1885. Découverte d'une Tortue gigantesque par M. le Dr. Donnezan. *C. R. Ac. Sc.*, 19 décembre 1887.
1888. Les Vertébrés fossiles des environs d'Autun. *Mém. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, 1888, 90 pages et 6 planches.
1891. L'Ichthyosaure de Sainte-Colombe. *C. R. Ac. Sc.*, 27 juillet 1891.
1892. L'*Ichthyosaurus Burgundia*. *B. S. Hist. nat. Autun*, V, 1892. Réimprimé en 1893 dans le *B. Soc. des Sc. de l'Yonne*, p. 35.
1892. Les Pythonomorphes de France. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, n° 10, 1892 et *C. R. Ac. Sc.*, 8 août 1892.
1903. Note sur une mâchoire de Tortue des sables de Cuise. *B. S. G. F.*, (3), III, p. 190.

V. — INVERTÉBRÉS.

1852. Mémoire sur les pièces solides des Stellérides. Thèse de zoologie pour le doctorat ès sciences naturelles. In-4°, avec 5 pl. *Ann. Sc. nat.*, (3), *Zoologie*, XVI.
1853. Sur les coquilles fossiles de la Somma, royaume de Naples. *B. S. G. F.*, (2), X, p. 290.
1853. Sur un *Ancyloceras* de la Craie de l'Aube. *B. S. G. F.*, (2), X, p. 300.

VI. — GÉOLOGIE.

1850. Note sur la dolomitisation des calcaires autour de Stolberg (Bas-Eiffel). *B. S. G. F.*, (2), VIII, p. 105.
1851. Sur quelques tubulures dont l'origine a été rapportée à des dégagements de gaz et qui pourraient être dues à la filtration des eaux. *B. S. G. F.*, (2), VIII, p. 558.
1852. Sur l'origine et la formation des silex de la craie et des meulières des terrains tertiaires. Thèse de géologie soutenue pour le doctorat ès sciences naturelles. In-4°, Paris, 1852.
1853. Coupe des terrains d'Anzin (faubourg de Valenciennes, Nord). *B. S. G. F.*, (2), X, p. 237.
1853. Note sur Stonesfield, près Oxford (Angleterre). *B. S. G. F.*, (2), X, p. 591.
1853. Sur la géologie de l'île de Chypre. Lettre à M. Alexis Damour. *B. S. G. F.*, (2), XI, p. 10.
1853. Sur les environs du Bosphore de Thrace. *B. S. G. F.*, (2), VI, p. 13.
1853. Sur la composition géologique de Chypre. *B. S. G. F.*, (2), XI, p. 120.
1854. Note sur le mont Pentélique et le gisement d'ossements fossiles situé à sa base. *B. S. G. F.*, XI, p. 359. Un extrait de cette note a paru dans les *C. R. Ac. Sc.*, séance du 29 mars 1854.
1854. Sur la couche ferrugineuse fossilifère de la montagne de Crussol (Ardèche). *B. S. G. F.*, (2), XI, p. 730.
1855. Recherches scientifiques en Orient. Partie agricole. Un vol. grand in-8°, avec 8 planches et une carte agricole de l'île de Chypre au 1/250000°. La carte a été faite en collaboration avec M. AMÉDÉE DAMOUR.
1855. Analyse des relations publiées sur les éruptions volcaniques de l'île d'Hawaii (Sandwich). *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 306.

1855. Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes de la France et de la Savoie. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 580.
1855. Note sur l'état du Vésuve en août 1855. *C. R. Ac. Sc.*, 17 novembre 1855.
1855. Sur la forêt d'Agate du Caire. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 728.
1856. Description des tremblements de terre qui ont dernièrement détruit de fond en comble la ville de Thèbes, en Béotie. *C. R. Ac. Sc.*, 7 janvier 1856.
1856. Histoire géologique de la contrée où vécurent les animaux enfouis à Pikermi (Attique). *C. R. Ac. Sc.*, 11 août 1856.
1859. Sur la découverte de l'*Ostrea Leymerii* à Wissant (Pas-de-Calais), avec une coupe des falaises crétacées de Wissant. *B. S. G. F.*, (2) XVII, p. 30.
1859. Résultats géologiques des recherches entreprises en Grèce sous les auspices de l'Académie. *C. R. Ac. Sc.* 1859.
1862. Géologie de l'île de Chypre. Un volume in-4° de 165 p., avec 70 gravures intercalées dans le texte, 2 pl. et la carte géologique de l'île au 1/250 000°. *Mém. S. G. F.*, (2), VII.
1867. Les Quadrupèdes n'appartiennent pas toujours au même âge géologique que le terrain où ils sont enfouis. *B. S. G. F.*, (2), XXIV, p. 736 avec une coupe.
1867. Des lumières que la géologie peut jeter sur quelques points de l'histoire ancienne des Athéniens. Br. in-8° de 32 p., Paris, Savy, 1867.
1883. Note sur l'ouvrage de M. le marquis de Saporta intitulé : *A propos des Algues fossiles*. *B. S. G. F.*, (3), XI, p. 156 et *C. R. Ac. Sc.*, 15 janvier 1883.
1886. Sur l'âge de la faune de Pikermi, du Léberon et de Maragha. *B. S. G. F.*, (3), XIII, p. 288.
1891. Excursion dans les Montagnes Rocheuses. Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 936 et 1024.
1891. Excursion dans les Montagnes Rocheuses. *C. R. Ac. Sc.*, 2 novembre 1891, et *La Nature*, 28 novembre 1891.
1897. Le Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg. *C. R. Ac. Sc.*, 18 octobre 1897.
1900. Sur l'importance des caractères paléontologiques pour les divisions géologiques. *Congrès géol. intern. Pr.-verb. des séances*, p. 154-156.

VII. — COURS, CONFÉRENCES, ARTICLES DE REVUES.

1857. Une mission géologique en Grèce. *Rev. des Deux Mondes*, 1^{er} août 1857.
1861. L'île de Chypre, souvenirs d'une mission scientifique. *Rev. des Deux Mondes*, 1^{er} novembre 1861.
1865. Animaux fossiles aux environs d'Athènes (Conférence à la Sorbonne, 22 décembre). Brochure in-8°, et *Rev. des Cours scientifiques*, 30 déc. 1865.
1866. La Géologie du bassin de Paris. *Rev. des Cours scientifiques*, 11 août 1866.
1868. Leçon d'ouverture du cours annexe de Paléontologie à la Faculté des sciences, Brochure in-8°. *Rev. des Cours scientifiques*.

1873. Cours de Paléontologie au Muséum, leçon d'ouverture. Brochure in-8°. *Rev. des Cours scientifiques*.
1874. Les Êtres des temps primaires, leçon faite au Muséum. Brochure in-8°, Paris, 1874.
1877. Sur la paléontologie des Western Territories. *American Naturalist*, XI, n° 3, 1877, p. 184.
1877. Les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. *Rev. des Deux Mondes*, 1^{er} septembre 1897.
1879. Géologie de l'île de Chypre. *La Nature*, 25 janvier 1879.
1882. Sur un gisement de Rennes auprès de Paris. *La Nature*, 27 janvier 1882.
1883. Échantillon de fourrure du Mammouth au Muséum. *La Nature*, 29 décembre 1883.
1884. La Paléontologie à Londres. *Rev. scientifique*, 1^{er} mars 1884.
1885. La Paléontologie au Muséum. *Rev. scientifique*, 16 mai 1885.
1885. Nouvelle galerie de Paléontologie. Brochure in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 9 p.
1885. La nouvelle galerie de Paléontologie au Muséum d'Histoire Naturelle. *C. R. Ac. Sc.*, 9 mars 1885, et *Science et Nature*, 16 mai 1885.
1885. La Paléontologie en Allemagne. *Rev. scientifique*, 7 novembre 1885. Traduction anglaise dans le *Geological Magazine*, (III), XII p. 556.
1886. Les Dinocératidés. *La Nature*, 2 janvier 1886.
1890. Les progrès de la Paléontologie. *Rev. générale sciences pures et appliquées*, 15 août 1890.
1892. Projet d'une galerie de Paléontologie. *Rev. Scientifique*, 20 février 1892.
1893. Conférence de Paléontologie pour les voyageurs. *Rev. Scientifique*, 8 juillet 1893.
1895. La Société d'Histoire naturelle d'Autun, L'Annuaire géologique universel. *La Nature*, 7 décembre 1895.
1898. Statue de Van Beneden et fêtes de Malines. *La Nature*, 6 août 1898.
1898. Le nouveau musée de Paléontologie. *Rev. des Deux Mondes*, livr. du 15 octobre 1898.
1900. Notice sur la galerie de Paléontologie du Muséum. *Guide* publié à l'occasion du *Congrès géol. intern. de 1900*, à Paris.
1906. Le Service de la Carte géologique de France. *La Nature*, 10 février 1906.
1907. Patagonia and Antarctica. *Science*, 13 septembre 1907, p. 350.
1907. Institut de France. Instructions pour l'expédition antarctique organisée par le Dr Charcot. Paléontologie. Paris, in-16, p. 19.

VIII. — NOTICES BIOGRAPHIQUES. DISCOURS.

1859. Alcide d'Orbigny, ses voyages et ses travaux. *Rev. des Deux Mondes*, 15 février 1859.
1859. Notice sur la vie et les travaux du commandant Rozet. Br. in-8°, de 12 p., Paris, Martinet, 1859.
1874. Notice sur les travaux scientifiques du vicomte d'Archiac. *B. S. G. F.*, (3), II, p. 230.
1878. Notice sur les travaux scientifiques de M. Albert Gaudry. Br. in-4° de 51 pages, Paris, Émile Martinet, 1878.

1881. Notice sur les travaux scientifiques de M. Albert Gaudry. Br. in-4° de 56 pages, Paris, Émile Martinet, 1881.
1887. Hommage à M. de Lacaze-Duthiers. Discours de M. Gaudry. *Rev. scientifique*, 19 mars 1887.
1890. Discours prononcé aux funérailles de M. Hébert, le 8 avril 1890. Br. in-4°, *Publication de l'Acad. des Sc.*
1893. Discours prononcé aux funérailles de J.-B. Stahl. *Rev. scientifique*, 2 décembre 1893.
1893. Discours prononcé aux funérailles de Paul Fischer. *La Nature*, 9 décembre 1893.
1895. Le marquis Gaston de Saporta. *La Nature*, 2 février 1895.
1896. Un naturaliste français. Le marquis de Saporta. *Rev. des Deux Mondes*, 15 janvier 1896.
1896. Discours prononcé à l'assemblée générale de l'Association amicale des anciens élèves de Stanislas, 24 janvier 1896. Br. in-8°, imprimerie F. Levé.
1897. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes, à M. Marcellin Boule, en 1907. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 241.
1898. Notice sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine. *B. S. G. F.* (3), XXVI, p. 300.
1900. Discours prononcé aux funérailles d'Émile Blanchard, le 14 février 1900. Br. in-4°. *Publication de l'Ac. des Sc.*
1900. Discours prononcé aux funérailles d'Alphonse Milne Edwards. Br. in-4°. *Public. de l'Ac. des Sc.*
1900. Discours prononcé aux funérailles d'Édouard Jannetaz. Br. in-8°.
1900. Discours d'ouverture du Congrès géologique international de 1900 à Paris. *Congrès géol. intern.*, Paris, 1900. P.-V. des séances, p. 127.
1901. Philippe Lebon d'Humbersin, inventeur du gaz. *La Nature*, 12 octobre 1901.
1902. Discours prononcé à l'occasion de son jubilé, le 9 mars 1902. In *Jubilé de M. Albert Gaudry*. Br. in-8°, imprimerie Lahure, 1902, et *B. S. Hist. nat. d'Autun*, 1902.
1902. Henri Filhol. *La Nature*, 10 mai 1902.
1903. Discours prononcé au banquet de la Société philomatique le 9 février 1903. *B. S. philom. de Paris* (9), V, p. 9.
1903. Discours prononcé à l'inauguration du monument des deux frères Haüy. Br. in-4°, *Publication de l'Institut*.
1903. Discours prononcé à la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 21 décembre 1903, par M. Albert Gaudry, président. Br. in-4°. *Publication de l'Acad. des Sciences*.
1904. Notice sur Bernard Renault. *La Nature*, 29 octobre 1904.
1904. Notice sur le Marquis de Nadaillac. *L'Anthropologie*. XV, p. 608.
1906. Discours prononcé à l'inauguration du monument de Bernard Renault. P.-V. *Soc. Hist. nat. Autun*, 1906.
1906. L'œuvre de Piette. *Rev. scientifique*, 1^{er} décembre 1906.

DISCOURS ET NOTICES SUR L'ŒUVRE D'ALBERT GAUDRY

1902. Jubilé scientifique de M. Albert Gaudry (9 mars 1902). Paris, Masson et C^{ie}, 80 p. (Discours de MM. Perrier, Marcellin Boule, Liard, etc...).
1903. Éminent living geologists : Prof. Jean Albert Gaudry. *Geol. Magaz.*, décembre, IV, vol. X, pp. 49-51.
1904. M. BOULE. La Paléontologie au Muséum et l'œuvre de M. Albert Gaudry. *Rev. scientif.*, 28 mai 1904.
1908. CH. BARROIS. Albert Gaudry (1827-1908). *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXVII, p. 287.
1908. F. BASSANI. Commemorazione di Alberto Gaudry. *Rendic. reale Accad. della Sc. di Napoli*.
1908. M. BOULE. Albert Gaudry. *l'Anthropologie*, XIX, pp. 604-612.
1908. H. DOUVILLÉ, A. MICHEL LÉVY, EDMOND PERRIER. Discours prononcés aux funérailles d'Albert Gaudry. *Publ. de l'Ac. des Sc.*
1908. A. THEVENIN. Albert Gaudry, 1827-1908. *La Nature*. 3 décembre 1908.
1909. EASTMANN. Jean-Albert Gaudry. *Science*, XXIX, n° 734.
1909. G. DOLLFUS. Albert Gaudry. Nécrologie. *Journ. de Conchyl.*, LVII, p. 274.
1909. X. GILLOT. Notice biographique sur Albert Gaudry. *Bull. Soc. Hist. nat. Autun*.
1909. GLANGEAUD. Albert Gaudry et l'évolution du monde animal. *Rev. gén. des Sc.*, 3 mars 1909.
1909. M. PAVLOW. A la mémoire d'Albert Gaudry (en russe). *Bull. Soc. Nat. de Moscou*.
1910. A. THEVENIN. Albert Gaudry (1827-1908). *Revue scientifique*, 22 janvier 1910.
-

LÉON JANET

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Par **G. F. Dollfus.**

C'est avec un sentiment de profonde tristesse que j'ai accepté de vous retracer la vie scientifique de notre ami Léon Janet. C'est un peu le monde renversé que ce soit moi qui vienne vous parler de lui. Plus jeune, plus robuste, plus riche de tous les dons de la vie, nous étions en droit de croire que sa carrière géologique n'était qu'à ses débuts et qu'il arriverait quelque jour notre doyen d'âge après avoir été notre président. Courbés sous le poids de la destinée, nous ne pouvons chercher de consolation que dans l'étude des œuvres accomplies, honorer nos défunts que par le souvenir des services qu'ils nous ont rendus.

Léon Janet est né à Paris le 6 décembre 1861, il est entré à l'École polytechnique en 1879 et en est sorti au premier rang en 1881. Ingénieur à Valenciennes en 1884, il s'était fait présenter membre de la Société géologique dès 1882 sous les auspices de ses maîtres Daubrée et de Chancourtois. Il entra comme collaborateur à la Carte géologique de France en 1892 et passait ingénieur en chef le 1^{er} juin 1901. Bientôt après, succédant à son oncle, il devenait député du Doubs et trésorier de notre Société de 1899 à 1901. Réélu député en 1906, membre de la commission du Budget, vice-président de notre Société en 1908, président en 1909, il succombait brusquement à Paris le 29 octobre 1909, après une très courte maladie.

Les travaux géologiques de Léon Janet se rapportent exclusivement aux terrains crétacés et tertiaires du Bassin de Paris.

Revenu ingénieur à Paris en 1890 après un séjour de quelques années dans le Nord, il se met aussitôt à l'étude, cherchant à s'orienter dans le dédale, plus apparent que réel, des couches parisiennes, appelé comme collaborateur à la Carte géologique de France pour la feuille de Meaux, il se trouva en présence d'une région où la série tertiaire est la plus complète et la plus facile à étudier, grâce à la grande coupure de la Marne.

Son premier travail est relatif aux grès de Fontainebleau ; il montre par une série d'analyses que ce sont partout des grès siliceux, que la quantité de chaux qu'ils renferment n'est que de quelques millièmes et que seuls les grès cristallisés en rhomboédres, qui sont une rareté minéralogique, renferment 30 % de

carbonate de chaux. Peu après, il applique aux grès de Beauchamp, reconnus dans la région de Meaux, les études faites ailleurs sur les grès de Fontainebleau et il démontre que ce sont également des grès siliceux disposés par bandes un peu irrégulières, mais suivies, orientées de l'Ouest à l'Est, séparées par des interbandes purement sableuses, permettant de prévoir à l'avance les points où ces utiles matériaux pourraient être recherchés avec chances de succès ; déjà cette note a son côté pratique, utilitaire, et elle marque bien le caractère général qu'auront les autres travaux de Janet.

Notre confrère aborde aussi à ce moment l'étude des gypses du bassin de Paris, étude qu'il devait continuer jusqu'à sa mort sans avoir pu la terminer, laissant d'importants matériaux qui seront prochainement publiés, nous en avons le bon espoir.

La carte de Meaux terminée, Janet se trouve conduit à une des applications les plus utiles de la géologie, à l'examen de la circulation des eaux souterraines, à la question de l'alimentation en eau potable des villes et des villages. Il examine avec un soin spécial les régions qui fournissent des eaux à Paris : le bassin de la Dhuis, l'adduction de l'Avre, celle de la Vanne, surtout la circonscription du Lunain et de la vallée du Loing ; il indique les mesures de protection à prendre, le soin à donner pour un bon captage au-dessous du niveau hydrostatique, les aqueducs qu'il faut faire imperméables pour éviter le mélange des eaux polluées en cours de route. Ses voyages l'amènent à des constatations géologiques notables, il découvre le calcaire de Saint-Ouen fossilifère près de Montigny-sur-Loing, tout à fait inconnu si loin au Sud du bassin ; il conduit les membres du Congrès géologique international réunis à Paris, en 1900, au moment de l'Exposition universelle, tant aux travaux de capture des sources du Lunain, que dans les grandes carrières du gypse parisien à Argenteuil et à Romainville.

A cette époque, il découvre que certaines couches de gypse exploitées à Bagneux (Seine) et dans quelques localités au Sud de Paris sont intercalées dans le calcaire de Saint-Ouen et n'appartiennent pas au même horizon géologique que le gypse de Chatillon, Montmartre, Argenteuil, comme étant situées bien plus bas dans la série des assises parisiennes. Il rapproche ces gypses d'autres bancs de gypse et d'anhydrite situés encore plus bas dans la série, non exploités, mais reconnus par des forages au Sud de Paris, intercalés dans les couches du calcaire grossier supérieur, dans les caillasses, et il s'accorde avec Munier-Chalmas pour voir leur trace dans les lits de quartz carié, épigénique,

qui affleurent à flanc de coteau dans bien des vallées parisiennes, résidu trahissant la présence de lits gypseux, dissous, altérés, transformés.

Reprenant ensuite la question d'un complément d'adduction en eau potable pour la ville de Paris, il examine le projet d'un emprunt à faire à la Loire, mais il en montre aussitôt les difficultés, la prise médiocre qu'on pourrait y faire à l'époque la plus nécessaire, la qualité inférieure des eaux, et il imagine la filtration des eaux de Loire, en cours de route, à travers les sables de Fontainebleau ; il refait plus tard la même proposition pour l'eau de l'Oise à prendre à Méry-sur-Oise, à déverser sur la butte sableuse de Frépillon et à recueillir à cinquante mètres en contrebas après parfaite épuration. Mais la difficulté, qui a paru insurmontable, est la reprise des eaux déversées après leur filtration, elle a empêché de donner aucune suite à ces projets théoriquement excellents ; il estime, d'une manière générale, que les travaux de captage doivent être faits par galerie pour les sources d'affleurement, et par puits simples pour les sources de thalwegs.

La note sur la roche du Breuillet est tout à fait précieuse, Janet indique par des coupes probantes que cette roche est insérée à la partie supérieure de l'étage de l'Argile plastique, qu'elle appartient au Sparnacien, que c'est en réalité une arkose, renfermant 95 % de silice et 2 à 3 % d'acide titanique, ayant été formée par la destruction de roches primaires cristallines et pouvant être considérée comme l'apport d'un ancien grand fleuve descendant du Plateau Central.

Dans l'entre-temps, il bataille avec M. A. de Grossouvre sur l'Argile à silex, il établit par des coupes prises dans les tranchées de l'adduction de l'Avre que la véritable argile à silex est un simple produit de l'altération de la craie et qu'elle est complètement indépendante des formations tertiaires : sableuses, gréseuses ou graveleuses qui peuvent la surmonter. C'est le moment où Janet s'occupe le plus activement à la Société géologique, prend part aux discussions qui suivent les diverses communications, et apporte le concours de son grand bon sens, de sa belle mémoire et de sa connaissance pratique du terrain.

D'un autre côté les études de Janet sur le gypse le conduisent à une classification de ses assises basée tant sur la paléontologie que sur la stratigraphie qui n'est pas acceptée sans difficultés, il démontre l'inutilité de l'étage ludien créé par Munier-Chalmas, c'est pour lui du Bartonien supérieur, rien de plus ; en 1903, 1904, 1907, 1908 il revient sur cette question, il montre que la faune du calcaire de Saint-Ouen remonte à Pargny-la-

Dhuys jusqu'au contact de la base du calcaire de Champigny, c'est-à-dire au moins jusqu'à la seconde masse du gypse, et il ne semble pas qu'il y ait à revenir sur cette condamnation du Ludien comme individualité distincte.

L'analyse chimique reste toujours l'un de ses meilleurs moyens d'investigation et l'une de ses dernières notes est justement sur la composition des nodules de l'argile verte supra-gypseuse ; dans ces couches dites aussi « Marnes strontianifères », le strontium fait souvent défaut, les nodules sont simplement du carbonate de chaux, mais d'autres fois on y trouve jusqu'à 25 % de sulfate de baryte ; dans l'Est, les marnes vertes renferment la même faune fossile que les marnes à Cyrènes qui leur sont inférieures ce qui précise leur classification dans l'Oligocène inférieur.

Nous sommes à l'époque où les travaux législatifs sont venus arrêter les études géologiques de Léon Janet, et il ne gardera dans son domaine avec la question des gypses dans le Bassin de Paris et leur remplacement latéral par le calcaire de Champigny, que les consultations aux communes en Seine-et-Marne pour leur approvisionnement en eaux potables ; il y a là toute une série de rapports inédits, trop spéciaux pour être publiés ou pour qu'il soit possible d'en donner une analyse, mais qui sont une application savante et désintéressée de la géologie au bien public.

Il est enfin un dernier genre d'études géologiques sur lequel Janet n'a rien publié mais qui le retenait spécialement, c'est l'examen, au point de vue géologique, des grands projets des travaux publics, chemins de fer, canaux, etc. ; dans ce domaine il avait donné ses conseils pour l'établissement de la nouvelle ligne ferrée de Paris à Chartres et nous avons trouvé dans ses papiers de nombreux matériaux destinés à l'établissement d'un profil géologique général en long montrant tous les détails de la région ; nous espérons également que des mains amies arriveront à grouper ces notes pour en soigner la publication.

Janet était géologue, il aimait cette science, aussi bien dans ses théories que dans ses applications ; lui, si minutieux, si exact, il s'assimilait rapidement toutes les données des questions afin de les porter en avant par quelques nouveaux progrès, tout cela posément, sincèrement, avec une honnêteté si parfaite qu'il a désarmé d'avance ceux qui auraient pu être ses contradicteurs ; dans le domaine spécial qu'il occupait si bien parmi nous, sa place est restée vacante.

BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX DE LÉON JANET

1894. Sur la composition chimique des grès stampiens du bassin de Paris. *CR. somm. Soc. géol. France*, 3 décembre, p. CLXI-CLXIV.
1894. Revision de la Feuille de Meaux. *Bull. Serv. Carte géol.*, VII, p. 10.
1895. Revision de la Feuille de Meaux. *Bull. Serv. Carte géol.*, VIII, p. 14.
1896. Sur l'allure des grès bartoniens dans la région de Château-Thierry. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 49-52, 1 pl.
1896. Revision de la feuille de Meaux. *Bull. Serv. Cart. géol.*, IX, p. 7 et 9.
1897. Revision de la feuille de Meaux (fin), p. 11, Étude des gypses du bassin parisien, p. 172. *Bull. Serv. Carte géol.*, X.
1898. Étude des gypses du bassin de Paris. *Bull. Serv. Carte géol.*, XI, p. 137.
1898. G. DOLLFUS et L. JANET. Carte géologique de France, feuille de Meaux, au 80 000^e avec notice explicative.
1899. Note sur l'existence de l'étage Bartonien dans la vallée du Loing entre Nemours et Montigny. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 590-592.
1899. Étude géologique des sources de l'Avre. Enquête géologique sur les contaminations auxquelles peuvent être exposés les eaux de la Vanne. *Commis. scient. Observ. Montsouris*, I, p. 199-215, p. 385-395.
1900. Conférence de géologie appliquée sur le captage et la protection des sources d'eaux potables. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 522-548, fig.
1900. Travaux de captage des sources des vallées du Loing et du Lunain (Excursion à Montigny-sur-Loing). Étude des gypses parisiens (Excursions à Argenteuil et à Romainville). *Livret-Guide VIII^e Congrès géol. intern.*, VIII, p. 9-30, 2 pl., p. 31-36, fig.
1900. Sur le captage et la protection des sources d'eaux potables. *CR. Ac. Sc.* 23 juillet, 4 p.
1900. Sur l'âge des gypses de Bagneux (Seine). *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 159-163.
1900. Étude des gypses du bassin parisien. *Bull. Serv. Carte géol.*, XII, p. 102 et 184.
1901. Géologie et hydrologie de la région du Loiret. Aperçu géologique et hydrologique des sources des vallées de l'Yonne et de la Cure. *Commis. sc. Obs. Montsouris*, II, p. 531-552, p. 610-612.
1901. Étude géologique des gypses du bassin parisien. *Bull. Serv. Carte géol.*, XIII, p. 163.
1902. Étude sur l'approvisionnement de Paris par les eaux de la Loire. *Commis. sc. Obs. Montsouris*, III, p. 31.
1902. Observation sur la catastrophe de la Martinique. Sur le charriage des terrains des hautes cimes des Alpes. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 395-433.
1903. Note sur la position stratigraphique, la nature et la formation de la roche du Breuillet. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 622-629.
1903. Sur la formation de l'argile à silex. Sur la classification des couches à *Pholadomya ludensis*. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 185, 388, 412.
1903. Étude des gypses du bassin parisien. *Bull. Serv. Carte géol.*, XV, p. 156.
1904. Position des sables à Teredines. Suppression de l'étage ludien. Position stratigraphique des gypses de Vitry. *B. S. G. F.*, (4), IV, p. 725, 730, 814.
1904. Sur l'existence du sulfate de baryte dans les glaises vertes. *CR. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 175.
1904. Étude des gypses du bassin parisien. *Bull. Serv. Carte géol.*, XVI, p. 156.
1908. Observation sur le Bartonien et le Ludien. *B. S. G. F.*, (4), XI, p. 411, *CR. somm.*, 16 mars, p. 62.
1909. *Allocution présidentielle*. — Sur le Travertin de Champigny. *B. S. G. F.*, (4) IX, p. 6, 19.

CHARLES LOUIS PERCEVAL DE LORIOLE LE FORT

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **J. Lambert.**

Le confrère que la mort nous a ravi le 23 décembre 1908, ancien Vice-Président de notre Société, était certes un savant éminent, mais en même temps il représentait au milieu de nous une intéressante figure du passé, le Gentilhomme naturaliste. Il s'est montré surtout un modèle de vie ordonnée et de travail, tandis que ses hautes qualités morales, sa bienveillance, sa bonté et son aménité, une modestie rehaussée par l'étendue de ses connaissances attiraient invinciblement la respectueuse affection de tous ceux qui ont eu l'honneur de l'approcher et dont quelques-uns ont eu le bonheur de devenir ses amis.

Né en 1828, Charles Louis Perceval de Loriol appartenait à une noble famille genevoise, française par ses origines¹ ; il fut élevé en partie dans le canton de Genève, en partie dans celui de Vaud et c'est entre ces deux pays que s'est partagée sa longue existence. Sa carrière fut d'abord orientée vers l'agriculture et il s'y est exercé successivement en Suisse, puis en Lorraine ; mais cette profession ne donnait complète satisfaction ni à ses goûts pour l'Histoire naturelle, ni à ses aspirations pour l'étude des problèmes scientifiques.

Au début de sa carrière, de Loriol s'était trouvé à Genève en rapport avec un paléontologue justement célèbre, alors dans tout l'éclat de son talent, Pictet de la Rive, qui exerça sur lui une influence décisive. Il devint d'abord son élève, bientôt son collaborateur et le continuateur de sa méthode scientifique, s'attachant, comme son maître, par des séries de monographies locales, à résoudre le problème d'une exacte connaissance d'une faune fossile déterminée.

Dans une situation de fortune qui assurait son indépendance, à l'abri des soucis matériels, il s'est tenu, comme le disait M. Choffat, en dehors des fonctions officielles, même de l'enseigne-

1. Les de Loriol paraissent en effet originaires de la petite ville de Loriol, en Dauphiné ; on les voit, au xiv^e siècle, Seigneurs et Barons, occuper en Bresse des situations importantes dans la Magistrature, l'Armée et le Clergé. La branche protestante, seule existante aujourd'hui et à laquelle appartenait notre confrère, émigra en Suisse, lors de la révocation de l'Édit de Nantes (1685).

ment et, ne briguant pas les honneurs, sa vie s'est écoulée tranquillement, au milieu de sa nombreuse famille, entre la Science et les bonnes œuvres.

En 1858 il publie en collaboration avec J. Pictet son premier ouvrage : Description des fossiles du terrain néocomien des Voirons. Pendant les années suivantes il continue à s'occuper des fossiles des terrains crétacés inférieurs et il décrit ceux du Néocomien du Salève, ceux de la formation d'eau douce de Villers-le-Lac, ceux du Valangien d'Arzier, ceux de l'Urgonien du Landéron ; puis il couronne ces travaux en terminant l'une des œuvres les plus importantes de son maître : la Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix. Ces premiers mémoires furent plus généraux et comprenaient à la fois la description des Mollusques et celle des Échinodermes. Plus tard il les spécialisa davantage, en sorte que l'on doit faire de son œuvre deux grandes parts, l'une consacrée à la paléontologie des Mollusques du Jurassique supérieure, l'autre à l'étude des Échinodermes vivants et fossiles. La dualité devint ainsi en quelque sorte la caractéristique de son existence et de ses travaux scientifiques.

Il passait l'hiver à sa résidence de Frontenex où étaient accumulées ses collections et sa bibliothèque relative aux Mollusques et aux Brachiopodes. C'est là qu'il a rédigé ses nombreux mémoires sur le Jurassique supérieur. Mais la belle saison le ramenait au Chalet des Bois, dans le canton de Vaud, à la frontière de notre charmant pays de Gex. Au milieu de ce parc aux eaux vives, aux larges pelouses encadrées de chênaies séculaires, il avait donné asile à ses admirables collections d'Échinodermes et à la partie de sa bibliothèque les concernant. Du Chalet des Bois sont sortis ses grands travaux sur les Échinides et sur les Crinoïdes, travaux qui ont donné à son nom une célébrité universelle et l'ont placé à côté de ceux des Agassiz et de ses deux amis Desor et Cotteau.

Moins que la communauté des travaux, une sympathie naturelle et une affection réciproque ont longtemps uni de Loriol et Cotteau, et en écrivant ces lignes je ne puis oublier que je dus à l'amitié de l'un le bienveillant accueil et les affectueux conseils de l'autre. Qu'il me soit donc permis de réunir ici ces deux amis dans l'expression de mes sentiments de tristesse et de regrets.

Pour apprécier les travaux de de Loriol sur le Jurassique supérieur il faut se reporter à l'époque déjà lointaine des discussions de Pictet et d'Hébert sur le Tithonique. Débrouiller le chaos que présentaient ces questions, tel fut le but auquel notre confrère

consacra avec une fidèle persévérance la moitié des quarante dernières années de sa vie. Procédant avec méthode et sériant les difficultés pour les résoudre graduellement, il commence par l'étude des étages les plus supérieurs pour descendre successivement l'échelle stratigraphique. Il prend comme point de départ les faunes relativement mieux connues du bassin de Paris, particulièrement du Boulonnais qui se relie plus étroitement aux faunes anglaises. Quand il a ainsi posé les bases de l'édifice, il aborde, mieux armé, les régions plus litigieuses de l'Argovie et du Jura.

Il étudie ainsi à fond la faune d'un pays avant de passer à l'examen de celle d'un autre; mais toujours et partout il aime à se cantonner dans sa spécialité, l'étude paléontologique; il entend cependant ne la jamais séparer de l'étude stratigraphique et s'en remet à des collaborateurs du soin de faire connaître les terrains qui renferment les restes des animaux dont il nous donne les descriptions. Ces collaborateurs furent presque tous des géologues connus, Jaccard, Pellat, Cotteau, Royer et Tombeck, Gilliéron, Schardt, l'abbé Bourgeat, Choffat, Koby, Girardot, auxquels il me fit l'honneur de m'associer lorsqu'il entreprit la Monographie de la faune du Séquanien de Tonnerre.

Son œuvre débute en 1866 par l'étude de la faune de l'étage Portlandien de Boulogne-sur-Mer, bientôt suivie (1868) par celle de la faune du Portlandien de l'Yonne. En 1872 il aborde les étages supérieurs du Jurassique de la Haute-Marne, puis il revient (1874) sur les faunes des étages supérieurs du Jurassique du Boulonnais avant de décrire la faune des couches à *Ammonites tenuilobatus* de Baden (1876-1878), publiée dans les *Mémoires de la Société paléontologique Suisse* qu'il venait de fonder en 1874. Dès lors les fascicules de ses Monographies se continuent et apparaissent presque chaque année. C'est ainsi qu'il fait successivement connaître les faunes des couches à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitten et de Wangen (1880-1881), des couches coralligènes de Valfin (1886-1888), du Jura bernois (1889-1892), du Séquanien de Tonnerre (1893), du Rauracien du Jura bernois (1894 et 1896), de l'Oxfordien de la même région (1896-1901), puis de l'Oxfordien du Jura lédonien (1900-1904).

Il avait d'ailleurs entre temps et suivant les occasions publié quelques autres Monographies, témoins de l'étendue de ses connaissances paléontologiques et d'un réel intérêt scientifique, comme son *Étude sur la faune du Gault de Cosme* (1882), celle relative aux Couches à *Mytilus* des Alpes vaudoises (1883) et sa *Note sur quelques Brachiopodes créacés du Caucase* (1896).

Dans ces divers travaux chaque espèce déjà connue ou nouvelle est l'objet d'une étude très complète ; ses variations sont minutieusement constatées ; elle est comparée à ses voisines et sa synonymie est rapportée avec un soin scrupuleux. Pour donner une idée de l'importance de cette œuvre je me bornerai à rappeler qu'elle est pour ainsi dire condensée dans la publication de 360 planches, presque toutes du format in-4°, dont 67 pour des espèces de divers terrains et les autres consacrées aux espèces du Jurassique supérieur, 90 pour le bassin de Paris et plus de 200 pour le Jura. L'auteur a ainsi constitué un véritable trésor, où longtemps le géologue viendra puiser pour contrôler ses découvertes et appuyer ses déductions sur des bases paléontologiques assurées. Si de pareils travaux ne peuvent être considérés comme une œuvre de vulgarisation, il faut reconnaître cependant que leur auteur, par la clarté de son style et la simplicité des termes employés, a eu le grand talent de toujours rester à la portée de tous. J'ai pu moi-même le constater fréquemment en mettant aux mains des débutants ses ouvrages dont les premiers sont malheureusement devenus trop rares. Après avoir parcouru ces livres excellents, des personnes, d'ailleurs étrangères aux études paléontologiques, ont pu elles-mêmes déterminer les fossiles qu'elles avaient récoltés avec une telle exactitude qu'en revoyant leurs déterminations j'ai eu rarement quelques erreurs à relever.

On a dit que de Lorient, confiné dans ses études paléontologiques, se désintéressait des observations stratigraphiques. Cela peut être vrai pour certains ouvrages des dernières années de sa vie, bien qu'il ait prouvé le contraire en joignant toujours à ses descriptions de faune une notice géologique. En général, il aimait à parcourir lui-même la région étudiée et, s'il laissait à des collaborateurs le soin de décrire le terrain, il se préoccupait vivement des questions stratigraphiques. En me reportant à des souvenirs déjà lointains de plus de quarante années, je me rappelle avec quelle attention il examinait les diverses assises du Portlandien de l'Yonne et en discutait les synchronismes lorsque, bien jeune encore, j'eus l'honneur de lui faire visiter les carrières et les ravins des environs d'Auxerre.

Les travaux de de Lorient sur les Échinodermes ne sont pas moins importants et constituent un monument scientifique de premier ordre. Né dans la patrie de Louis Agassiz et de Desor, notre confrère n'avait là qu'à suivre une sorte de tradition illustre ; il a suivi la voie et s'est montré digne de ses devanciers, s'il ne les a surpassés. Élève de Pictet et bientôt collaborateur de Desor, il s'est

longtemps montré le gardien vigilant des anciennes méthodes, cherchant, moins à multiplier les espèces, qu'à bien connaître celles déjà créées et à mieux préciser leurs caractères et leurs limites. Avec ce jugement sûr qui était une des caractéristiques de son talent, il s'est longtemps efforcé de faire rentrer les formes nouvelles dans les cadres des anciens genres, plutôt que de compliquer la nomenclature par la multiplication de ces derniers. Si un jour il a dû céder au courant déchaîné par l'invasion des genres de Pomel, il l'a fait sans se laisser entraîner, en suivant avec sagesse des règles dont rien n'a pu le détourner; il a ainsi donné à tous un exemple utile et rendu à la Science un service éminent. En dépit des décisions des Congrès, il était resté solidement attaché à la vieille nomenclature et était de ceux qui regardent comme profondément regrettable le défaut de sa stabilité. Il pensait qu'un nom connu, employé par les meilleurs auteurs, est préférable à un terme tombé dans l'oubli et réintégré en vertu du principe de priorité. Il déplorait que l'on n'ait pas admis dans la législation de la nomenclature scientifique une sorte de prescription ne permettant plus de modifier en Échinologie les noms donnés par Lamarck et par Louis Agassiz. Cette question fut souvent entre nous le sujet de courtoises et amicales discussions, dont je garde un souvenir ému en pensant à l'exquise bienveillance de mon interlocuteur et aux formes charmantes dans lesquelles l'éminent paléontologue daignait entourer ses réponses à son humble correspondant.

Comme je le disais, de Loriol a donné ses premières descriptions d'Échinodermes dans des ouvrages généraux sur les faunes du Néocomien du Salève, du Valangien d'Arzier et de l'Urgonien du Lardéron, mais ses premières études séparées remontent à 1863 avec sa Description de deux Echinides nouveaux de l'étage nummulitique d'Égypte. Les Échinodermes fossiles de l'Égypte et de la Syrie devaient rester un de ses objets d'études favoris et, après d'importants mémoires publiés à leur sujet, il s'en occupait encore au déclin de sa carrière, laissant sur eux ses œuvres posthumes.

Collaborateur de son maître Pictet de la Rive il décrivait dans ses Mélanges paléontologiques les Échinides de Berrias, puis ceux d'Aisy et de Lémenc, avant d'entreprendre en collaboration avec Desor un ouvrage qu'il devait continuer seul, l'Echinologie helvétique (1868-1876), une des meilleures publications qui ait été donnée sur les Échinides fossiles et qui seule aurait suffi à illustrer le nom de son auteur. Entre temps il faisait paraître des Notes sur quelques Astérides du Néocomien de Neuchâtel, sur trois espèces

vivantes de *Cidaridæ*; il discutait avec Hébert les caractères et les limites de l'*Holaster lævis* et décrivait les Échinodermes rapportés de Crimée par E. Favre, avant d'entreprendre sa Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse (1877-1879), sorte d'introduction à un travail de plus longue haleine, le plus considérable qui ait été accompli sur les Crinoïdes secondaires, publié dans la Paléontologie française, les Crinoïdes du terrain jurassique, en deux volumes avec 1200 pages et 229 planches (1882-1889). En même temps notre confrère donnait deux importants mémoires sur les Échinides fossiles d'Égypte, l'un en français, l'autre en allemand (1881), puis des Notes sur les Échinides fossiles de Camerino (1882) et sur les Échinodermes vivants recueillis à l'Île Maurice (1883-1895). Enfin il commençait la publication de ses Notes pour servir à l'étude des Échinodermes, dont le 13^e et dernier fascicule a paru en 1905, recueil précieux, illustré de 45 planches in-4^o, où l'auteur a consigné pendant plus de vingt ans ses observations diverses sur les Stellérides, les Astéries et les Échinides vivants et fossiles. De Loriol, en effet, ne fut pas seulement un paléontologue; très convaincu que pour bien comprendre les animaux fossiles il faut connaître ceux qui sont encore actuellement vivants, il n'a jamais négligé les études zoologiques. C'est ainsi qu'il a successivement décrit les Échinodermes de Maurice, des côtes de la Patagonie, de l'île d'Amboine et de diverses autres régions, les uns recueillis pour lui par l'un de ses fils, les autres communiqués par ses correspondants.

En 1887 il entreprit sa Description des Échinodermes fossiles du Portugal, dont les trois parties (1887-1896) forment un ensemble de 280 pages et 53 planches in-4^o. Il continuait d'ailleurs après ce grand travail à nous donner des Notes pleines d'intérêt sur les Échinides fossiles d'Angola, sur quelques Échinodermes de Cirin, sur ceux du Burdigalien des Angles, *Ueber neuen fossilen Seestern*. A la veille de sa mort il remettait encore à l'Institut Égyptien le manuscrit de sa Note sur quelques Stellérides du Santonien d'Abou-Roach et au directeur de la Revue Suisse celui de ses Notes sur quelques Échinides fossiles de Syrie, publié par les soins de son ami M. R. Fourtau. Et ainsi, pendant un espace d'un demi-siècle, il a fait paraître sur les Échinodermes un ensemble de près de 4000 pages et de 561 planches.

Au milieu d'un nombre considérable d'espèces nouvelles il nous a révélé des types particulièrement intéressants pour la connaissance générale des Échinodermes, comme *Glyptechinus Rochati*, *Leipedina* cf. *Samusi*, un des rares *Endocysta* à pores

inégaux, *Conoclypeus conoideus* d'Égypte, pourvu de ses auricules, *Endodiadema lepidum*, *Gymnodiadema Choffati*, un des Échinides les plus remarquables du Portugal, *Heterodiadema ouremense*, *Pyrina jonqueiroensis*, dont la position générique reste à préciser, *Diclidaster Gevreyi*, *Pomelia Delgadoi*, devenu le type du genre *Lefortia* COSSMANN, *Trochodiadema abramense*, *Echinometra miocenica*, précurseur d'un groupe aujourd'hui si répandu dans les mers chaudes, *Phaleropygus Oppenheimi*, le grand *Aulacocidaris Michaleti*, *Trochoechinus Zumoffeni* et *Idiocidaris Lamberti*, sorte de *Peltastes* simplement pourvu de primaires.

L'œuvre scientifique de de Loriol est comme on le voit des plus considérables ; résultat de cinquante années de travail incessant, elle est répartie dans plus de soixante-dix ouvrages formant une masse de près de 8000 pages et de plus de 900 planches, la plupart dans le format in-4°, parues surtout dans les *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève* et dans ceux de la *Société paléontologique Suisse*.

Pour mieux apprécier l'activité scientifique de notre Confrère, il importe de rappeler qu'il fut un des fondateurs de la Société paléontologique Suisse et que depuis 1874, pendant 35 années, il a assumé la charge de l'administration et de la surveillance de ses importantes publications. L'organisation si éminemment démocratique de cette Société, fonctionnant sans siège social et sans frais généraux, sous le simple contrôle d'un rédacteur-trésorier, assisté de trois membres, nous révèle à la fois l'esprit pratique et le dévouement absolu à la Science de notre regretté confrère. Depuis 1872 il avait d'ailleurs accepté une autre fonction toute d'abnégation, comme membre de la Commission du Musée d'Histoire naturelle de Genève.

L'obligeance était d'ailleurs un des traits caractéristiques du caractère de de Loriol ; ses nombreux correspondants ont tous conservé le souvenir de sa bienveillance et de la complaisance avec laquelle, au milieu de ses nombreuses occupations, il trouvait encore le temps de déterminer leurs fossiles. J'espère d'ailleurs que cette partie de son œuvre ne restera pas entièrement dans l'oubli et je me propose de publier un jour les notes qu'il a bien voulu m'adresser en déterminant pour moi une série de Crinoïdes, d'Astéries et d'Ophiures de la Craie de Sens.

Jusqu'à la fin notre confrère a continué ses travaux et quelques mois avant sa mort, admirant sa verte vieillesse, sa démarche encore assurée et l'activité de son esprit, je ne pouvais penser

que j'étais à la veille de perdre cet excellent ami. Au mois de novembre encore, de son écriture fine et assurée il s'entretenait de mes travaux et m'annonçait l'envoi d'un précieux exemplaire de *Phormosoma*. Mais si ses amis pouvaient se faire illusion, lui semblait se rendre compte que ses jours étaient comptés et, sans tristesse, heureux au milieu des siens, avec la sérénité et le calme recueillement du sage, il renonçait aux projets d'avenir, disposait en faveur du musée de Genève d'une partie de ses collections et attendait avec soumission à ses décrets l'heure où il plairait à Dieu de le rappeler à lui. Animé en effet de convictions religieuses, qui ont en quelque sorte dominé sa vie, mais que le travail, la Science et l'âge avaient encore développées et affermies, comme il avait vécu, il est mort en chrétien, le 23 décembre 1908, dans sa 81^e année, profondément regretté des siens et de tous ceux qui avaient l'honneur de le connaître, mais nous laissant une partie de lui-même dans l'œuvre durable et féconde édifiée par son intelligence et son travail.

LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

de **P. de Loriol Le Fort.**

1858. Description des fossiles du terrain néocomien des Voiron, par J. PICTET et P. DE LORIOLE. *Matériaux pour la Paléontologie Suisse* (2), in-4° avec 2 pl. coupes, 15 pl. fossiles, atlas in-folio.
1861. Description des Animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage Néocomien moyen du Mont Salève. In-4°, 214 p., 22 pl.
1863. Description de quelques Brachiopodes crétacés. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 17, in-4°, 11 p., 1 pl.
1863. Description de deux Échinides nouveaux de l'étage Nummulitique d'Égypte. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, in-4°, 7 p., 1 pl.
1865. Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura et en partie de Villers-le-Lac, par de LORIOLE et JACCARD. In-4°, 68 p., 3 pl.
1866. Description des fossiles de l'Oolithe corallienne, de l'étage Valengien et de l'étage Urgonien du Mont Salève. In-4°, 100 p., 6 pl. (Ouvrage publié in FAVRE : Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisine du Mont Blanc.)
1866. Monographie paléontologique et géologique de l'étage Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer, par de LORIOLE et PELLAT. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 19, in-4°, 200 p., 11 pl.
1867. Échinides de Berrias (in PICTET : Étude paléontologique sur la faune à *Terebratula dyphyoides* de Berrias (Ardèche). *Mélanges paléont.*, 2^e liv. X), in-4°, 6 p., 1 pl.

1868. Échinides d'Aisy et de Lémenc (*in* PICTET : Étude provisoire des fossiles de La Porte de France, d'Aisy et de Lémenc. *Mélanges paléont.*, 4^e liv., X), in-4^o, 10 p., 1 pl.
1868. Monographie des couches de l'étage Valengien des carrières d'Arzier (Vaud). *Matériaux pour la Pal. Suisse* (4), II, in-4^o, 110 p., 9 pl.
1868. Monographie paléontologique et géologique de l'étage Portlandien du département de l'Yonne, par de LORIOI et COTTEAU. *Bull. Soc. de Sc. hist. et nat. de l'Yonne* (2), I, in-4^o, 260 p., 15 pl.
- 1868-1869. Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage Urgonien inférieur du Landéron, par de LORIOI et GILLIÉRON. *Nouv. Mém. Soc. Helv. des Sc. nat.*, Bd, XII, in-4^o, 122 p., 8 pl.
- 1868-1872. Échinologie helvétique, 1^{re} partie. Échinides de la période Jurassique par DESOR et de LORIOI. In-4^o, 441 p., atlas in-f. de 61 pl.
1872. Description géologique et paléontologique des étages Jurassiques supérieurs de la Haute-Marne, par de LORIOI, ROYER et TOMBECK. *Mém. Soc. linnéenne de Normandie*, XVI, in-4^o, 539 p., 26 pl.
1873. Description de quelques Astérides du terrain Néocomien des environs de Neuchâtel *Mém.*, *Soc. Sc. Nat. de Neuchâtel*, V, in-4^o, 19 p., 2 pl.
1873. Échinologie helvétique, 2^e partie. Échinides de la période Crétacée. *Matériaux pour la paléont. Suisse*, (6), in-4^o, 398 p., 33 pl.
1874. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation Jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer, par de LORIOI et PELLAT. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 23, in-4^o, 326 p., 26 pl.
1874. Description de trois espèces d'Échinides appartenant à la famille des *Cidaridæ*. *Mém. Soc. nat. de Neuchâtel*, In-4^o, 16 p., 3 pl.
1875. Coup d'œil sur la faune Échinitique de la Suisse¹.
1875. Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix et de ses environs, par J. PICTET et G. CAMPICHE. *Matériaux pour la Paléont. Suisse* (2) et suiv. 1860-1875 (ouvrage terminé par P. DE LORIOI). In-4^o, 5 parties avec 298 pl.
1875. Note sur l'*Holaster lævis* DE LUC. *B. S. G. Fr.*, (3), III, p. 555, in-4^o, 12 p.
- 1875-1876. Échinologie helvétique, 3^e partie. Échinides de la période Tertiaire. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vol. II, in-4^o, 142 p., 23 pl.
1876. Note sur quelques espèces nouvelles appartenant à la classe des Échinodermes. *Mém. Soc. de Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 24, in-4^o, 17 p., 2 pl.
- 1876-1878. Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden (Argovie). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. III, IV et V, in-4^o, 200 p., 23 pl.
1877. Étude stratigraphique sur la partie sud-ouest de la Crimée avec la description de quelques Échinodermes, par FAVRE et DE LORIOI (Description des Échinodermes, in-4^o, 9 p., 1 pl).
- 1877-1879. Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. IV, V et VI, in-4^o, 21 pl.
1878. Sur le *Pentacrinus* de Sennecey-le-Grand, in-4^o, 3 pl.
1870. Note sur les Échinides recueillis dans les expéditions du Challenger et du Blake. *AFAS. Montpellier*. In-8^o, 4 p.

1. Je ne puis donner d'autres renseignements sur cet ouvrage dont je ne connais que le titre.

1880. Description de quatre Échinodermes nouveaux. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. VII, in-4°, 15 p., 1 pl.
- 1880-1881. Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitten et de Wangen. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. VII et VIII, in-4°, 120 p., 14 pl.
1881. Monographie des Échinides contenus dans les couches nummulitiques de l'Égypte. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 27, in-4°, 148 p., 11 pl.
1881. Étude sur le développement paléontologique et embryologique (des Échinides). — Traduction française d'une note d'Alexandre Agassiz. In-8°, 43 p.
1881. Eocæne Echinoideen aus Aegypten und der Libyschen Wüste. *Paleontographica* N. F. X. 1 (XXX), in-4°, 59 p., 11 pl.
1882. Description des Échinides des environs de Camerino (Toscane), précédé d'une notice stratigraphique par Canavari. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 28, in-4°, 32 p., 3 pl.
1882. Étude sur la faune du Gault de Cosne. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. IX, in-4°, 118 p., 13 pl.
- 1882-1884. Paléontologie française. Terrain jurassique, t. XI, 1^{re} partie. Crinoïdes, in-8°, 627 p., et atlas de 121 pl.
1883. Étude paléontologique et stratigraphique sur les couches à *Mytilus* des Alpes Vaudoises, par DE LORIOU et SCHARDT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. X, in-4°, 140 p., 13 pl. 1 carte.
1883. Catalogue raisonné des Échinodermes recueillis par M. V. Robillard à l'île Maurice. I Échinides. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 28, in-4°, 64 p., 6 pl.
- 1884-1902. Notes pour servir à l'étude des Échinodermes, 1^{re} série. Les dix fascicules composant cet ouvrage ont successivement paru dans le *Recueil Zool. Suisse*, I, n° 4, 1884, et IV, n° 3, 1887, dans les *Mém. de la Soc. de Phys. et Hist. nat. de Genève*, vol. suppl. 1890, n° 8, 1891; t. 32, 2^e part. n° 9, 1897; t. 33, 2^e part. n° 1, 1899 et dans la *Revue Suisse de Zoologie et Annales du Musée d'Hist. nat. de Genève*, t. II, fasc. 4, 1894; t. V, fasc. 2, 1897; t. VIII, 1900, Les deux derniers fascicules ont été édités à part : Bâle et Genève, 1901 et 1902, in-4°, 370 p., 35 pl.
1884. Catalogue raisonné des Échinodermes recueillis par M. de Robillard à l'île Maurice. II Stellérides. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 29, in-4°, 83 p., 16 pl.
1885. Rapport sur les Crinoïdes pédonculés recueillis par M. le Dr P. Herbert Carpenter. *Arch. des Sc. Phys. et nat. de Genève*, 3^e partie, t. 13, n° 4, p. 346, in-8°, 16 p.
1885. Échinologie helvétique. Premier supplément. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XII, in-4°, 25 p., 3 pl.
- 1886-1888. Étude sur les Mollusques des couches coralligènes de Valfin (Jura), précédée d'une Notice stratigraphique par l'abbé E. BOURGEAT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XIII, XIV et XV, in-4°, 369 p., 40 pl.
- 1886-1889. Paléontologie française. Terrain Jurassique, t. XI, 2^e partie. Crinoïdes. In-8°, 580 p. et atlas de 108 pl.
1887. Note sur quelques Échinodermes fossiles des environs de La Rochelle. *Ann. Soc. Sc. nat. de La Rochelle*, vol. 23, in-8°, 20 p., 3 pl.
- 1887-1888. Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal, vol. II. Description des Échinodermes. In-4°, 122 p., 22 pl.

1888. Notes sur la Géologie de la province d'Angola. *Arch. des Sc. Phys. et nat.*, t. 19, p. 67, in-8°, 5 p.
1888. P. CHOFFAT et P. DE LORIOI : Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola. Description des Échinides par P. DE LORIOI. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 30, n° 2, in-4°, 18 p., 3 pl.
- 1889-1892. Étude sur les Mollusques des couches coralligènes du Jura bernois, avec notice stratigraphique par E. KOBY. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XVI, XVII, XVIII et XIX, in-4°, 420 p., 37 pl.
1890. Description de la faune Jurassique du Portugal. Échinodermes. In-4°, 109 p., 18 pl.
1893. Description des Mollusques et Brachiopodes des couches séquanienues de Tonnerre, avec une étude stratigraphique par J. LAMBERT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XX, in-4°, 213 p., 12 pl.
1893. Échinodermes de la Baie d'Amboine. *Revue Suisse de Zool. et Ann. du Mus. d'Hist. nat. de Genève*, t. I, in-4°, 68 p., 3 pl.
1894. Étude sur les Mollusques du Rauracien inférieur du Jura bernois, avec une notice stratigraphique par E. KOBY. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXI, in-4°, 130 p., 10 pl.
1894. Catalogue raisonné des Échinodermes recueillis par M. de Robillard à l'île Maurice. III, Ophiurides et Astrophylides et Supplément, *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 32, 1^{re} partie, n° 3, in-4°, 64 p., 3 pl.
1895. Étude sur quelques Échinodermes de Cirin. *Arch. Mus. Hist. nat. de Lyon*, t. VI, in-4°, 8 p., 1 pl.
1895. Supplément aux Échinodermes de la Baie d'Amboine. *Revue Suisse de Zool. et Ann. du Mus. d'Hist. nat. de Genève*, t. III, fasc. 3, in-4°, 2 p., 2 pl.
1896. Étude sur les Mollusques du Rauracien supérieur du Jura bernois. 1^{er} supplément. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXII, in-4°, 52 p., 10 pl.
1896. Descriptions des Échinodermes tertiaires du Portugal. In-4°, 50 p., 13 pl.
1896. Note sur quelques Brachiopodes crétacés recueillis par M. E. Favre dans la chaîne centrale du Caucase et dans le Néocomien de la Crimée. *Revue Suisse de Zool. et Ann. Mus. Hist. nat. de Genève*, vol. IV, fasc. 1, in-8°, 29 p., 2 pl.
- 1896-1897. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois, accompagnée d'une Notice stratigraphique par E. KOBY. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXIII et XXIV, in-4°, 158 p., 17 pl.
1897. Description de quelques Échinodermes (du Burdigalien des Angles). *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, p. 111, in-8°, 15 p., 1 pl.
- 1898-1899. Études sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à Ammonites Renggeri du Jura bernois, accompagnée d'une notice stratigraphique par E. KOBY. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXV et XXVI, in-4°, 220 p., 12 pl.
1900. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur du Jura lédonien, accompagnée d'une notice stratigraphique par A. GIRARDOT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXVII, in-4°, 196 p., 6 pl.
1900. Ueber einen neuen fossilen Seestern. *Mitteilungen des Gros. Badischen Geol. Land. Bd*, IV, heft. 1, in-8°, 6 p., 1 pl.

1901. Étude sur les Mollusques et les Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois, accompagné d'une notice stratigraphique par E. КОВУ. Premier supplément. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXVIII, in-4°, 119 p., 7 pl.
- 1902-1904. Étude sur les Mollusques et les Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura lédonien, accompagné d'une notice stratigraphique par A. GIRARDOT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXIX, XXX et XXXI, in-4°, 304 p., 27 pl.
- 1902-1905. Notes pour servir à l'étude des Échinodermes, 2^e série, in-4°, 146 p., 10 pl. (Les trois premiers fascicules ont été publiés à Genève, Bâle et Berlin en 1902, 1904 et 1905.)
1903. Rectification de nomenclature : *Revue critique de Paléozoologie*, 7^e année, p. 227.
1906. Rectification de nomenclature : *Revue critique de Paléozoologie*, 10^e année, p. 77.
1908. Note sur deux Échinodermes fossiles. *Revue Suisse de Zool. et Ann. Mus. Hist. nat. Genève*, t. XVI, fasc. 2, p. 151, in-8°, 8 p., 1 pl.
1909. Note sur quelques Stellérides du Santonien d'Abou-Roach. *Bull. Institut Égyptien*, 5^e sér., t. II, fasc. 2, p. 169, in-8°, 16 p., 3 pl.
1909. Note sur quelques espèces d'Échinides fossiles de Syrie. *Revue Suisse Ann. Soc. Zool. Suisse et du Muséum d'Hist. nat. de Genève*, t. XVII, fasc. 1, p. 219, in-8°, 30 p., 1 pl. (publié par les soins de M. R. FOURTAU).
-

Séance du 4 avril 1910

PRÉSIDENTENCE DE M. A. LACROIX

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président donne lecture de la lettre suivante que M. J. Gosselet vient de lui adresser :

« M. LE PRÉSIDENT, — la Société géologique de France m'a fait le très grand honneur de me décerner le PRIX DANTON. J'en suis fier et je ne saurais trop exprimer ma reconnaissance envers la Société. Mais mon âge m'ôte l'espoir de pouvoir employer la somme léguée par M. Danton à des travaux qui feraient progresser la Science. J'ai pensé que cet appoint pourrait au contraire venir utilement à des géologues plus jeunes.

Je prie donc la Société de vouloir bien conserver l'argent pour établir un, deux ou plusieurs prix, comme elle le jugerait à propos, qu'elle décernera, à des époques fixées, à des *travaux de Géologie appliquée*, conformément au désir de M. Danton.

Il me restera l'honneur, que j'estime très grand, d'avoir été le premier lauréat de la Société dans le domaine de la Géologie appliquée. »

Le Président, en communiquant cette lettre, exprime à M. Gosselet toute la gratitude de la Société pour une libéralité qui n'étonnera aucun de ceux qui connaissent le désintéressement de notre illustre confrère. Elle permettra de donner une récompense et un encouragement à quelques-uns de ceux qui se sont consacrés à ces recherches de Géologie appliquée, qui doivent tant à M. Gosselet. Et c'est encore un nouveau titre à la reconnaissance des géologues que vient de se créer le vénéré maître de Lille.

Le Président proclame membre de la Société :

L'Institut géologique de l'Université de Cracovie présenté par MM. A. Lacroix et Paul Lemoine.

Deux nouvelles présentations sont annoncées.

M. A. Lacroix offre la 2^e partie du tome III de sa « *Minéralogie de la France et de ses Colonies* ».

Ce volume est entièrement consacré à l'étude des azotates et des carbonates. Sur ses 415 pages, près de la moitié (170 pages et 267 figures) est consacrée à la description de la *calcite*. Comme dans les précédents volumes, l'auteur s'est attaché surtout à mettre en évidence toutes les conditions de gisements d'un même minéral et à déterminer les particularités de forme cristalline qui se présentent dans chacune de celles-ci. La calcite se prête d'une façon particulière à une recherche de cet ordre : les géologues, étudiant les formations sédimentaires,

trouveront dans les observations exposées dans cet ouvrage des indications précises sur un grand nombre de gisements; mais M. A. Lacroix est persuadé qu'il n'a fait qu'effleurer un vaste sujet, pour lequel il souhaite d'avoir des continuateurs.

M. G. F. Dollfus présente un travail descriptif sur les Mollusques du Pliocène ancien du Portugal qu'il vient de terminer en collaboration avec **M. Berkeley Cotter**¹.

La faune étudiée a été découverte, il y a peu d'années, par M. Paul Choffat; d'autres gisements ont été ajoutés depuis, ce sont des lambeaux médiocres bordant irrégulièrement la côte entre Lisbonne et Porto, disposés comme en terrasse, ravinant les formations les plus diverses, partiellement recouverts par des dunes. La première partie qui est présentée ne comprend que les Pélécy-podes; les Gastropodes formeront un volume plus important, suivi des considérations paléontologiques générales.

C'est le premier dépôt authentique décrit du Pliocène inférieur (Plaisancien), dans le bassin atlantique européen. Des couches littorales analogues ont été signalées au Maroc par M. Louis Gentil, mais rien ne peut leur être comparé dans le Golfe de Gascogne, peut-être quelques dépôts du Cotentin appartiennent à cet âge; seulement dans la mer du Nord, le *Corallin Crag* en Angleterre et certains sables en Belgique, à Diest et à Anvers sont aussi plaisanciens. La position stratigraphique n'est pas douteuse, les nouveaux dépôts de Aguas-Santas, Negreiro, Nadadoiro, Selir do Porto, Famalicão, Senhora da Victoria, Monte-Real ravinent à Alfeite, à l'embouchure du Tage, les dépôts du Miocène supérieur. Sur 77 espèces étudiées, 57 sont encore vivantes, soit une proportion de 75%, une seule nous a paru entièrement nouvelle, *Donax Limai*, mais on a été conduit à délimiter bon nombre de variétés. Pour chaque espèce on a recherché avec soin le type primitif, la forme et les figures originales, puis les variétés indiquées par les auteurs, et c'est seulement quand ce cadre a été bien circonscrit que l'on a cherché la place que les formes portugaises devaient y occuper. Quelques espèces se rattachent au Miocène, car beaucoup d'espèces passent de l'Aquitainien aux mers actuelles, sans modifications bien appréciables.

G. F. Dollfus. — *Sur un forage profond à Chézal-Benoît (Cher).*

Nous sommes très mal renseignés sur la circulation des eaux souterraines dans la grande plaine du Berri, aussi le forage qu'a fait entreprendre le Département de la Seine pour l'établissement d'un asile agricole de malades à Chézal-Benoît est pour nous d'un très grand intérêt. Voici les chiffres qui nous ont été donnés par les entrepreneurs, MM. Arrault et Brochot, qui ont bien

1. Le Pliocène au Nord du Tage (Plaisancien). *Comm. Serv. géol. Portugal*, 4^e, 128 p., 9 pl. en phototyp., Lisbonne, 1909.

voulu nous communiquer une collection étendue d'échantillons permettant le classement des assises.

Épais. : Profondeurs :

		Altitude : 178 m.		
<i>Diluvium des plateaux</i>	P	Limon, durci à la base.....	1,50	0,00 à 1,50
		Sable jaune, graviers, cailloux de quartz, grains sidérolithiques.....	0,70	1,50 2,20
<i>Argile sidérolithique</i>	e ³	Argile grise et jaune, sèche, compacte.....	2,60	2,20 4,80
		Argile dure panachée, grise, jaune et rouge, grains ferrugineux...	7,82	4,80 12,62
		Argile rouge avec minerai de fer pisolithique, nodules grossiers.	6,43	12,62 19,05
		Argile sableuse avec veines jaunes.....	0,50	19,15 19,65
<i>Corallien</i>	j ³	Calcaire très dur, lithographique, jaune clair avec quelques filets marneux jaunes entre les bancs.	12,15	19,65 31,80
		Calcaire blanc, demi-dur, avec filets marneux gris.....	5,75	31,80 37,55
		Calcaire très dur, jaunâtre.....	19,25	37,55 56,80
<i>Oxfordien</i>	j ²	Calcaire gris et brunâtre et marne bleue.....	7,35	56,80 64,15
		Calcaire et marne bleuâtres en lits alternes.....	48,38	64,15 112,53
<i>Callovien</i>	j ¹	Calcaires marneux gris et argile jaune.....	0,77	112,53 113,30
		Calcaire jaune oolithique, avec oolithes ferrugineuses à la base.	60,20	113,30 173,50
<i>Bathonien supérieur</i>	j ¹	Calcaire jaune compact sec.....	0,40	173,50 173,90
		Calcaire blanc oolithique, nids de calcite.....	6,20	173,90 180,10
		Calcaire jaune compact.....	3,80	180,10 183,90
		Calcaire oolithique très dur, quel- ques oolithes ferrugineuses...	7,20	183,90 191,10
<i>Bathonien moyen</i>	j ^{II}	Marne et calcaire bleu, débris fossilifères (<i>Belemnites</i> , <i>Tere- bratula</i>).....	13,00	191,10 204,10
		Calcaire marneux gris dur.....	5,70	204,10 209,80
		Marnes et calcaires, quelques oolithes, débris fossilifères...	4,40	209,80 214,20
<i>Bathonien inférieur</i>	j ^{III}	Calcaire oolithique blanc et jaune assez tendre.....	9,07	214,10 223,27
		Calcaire marneux jaune, sans oolithes.....	1,78	223,27 225,05
		Calcaire oolithique jaune, assez tendre, quelques silex, quelques lits marneux blanchâtres.....	10,80	225,05 235,85

On n'a pas atteint les couches du Bajocien. Il n'y a eu ni sables de la Sologne, ni calcaire lacustre du Berri. L'argile sidérolithique a tous les caractères d'un résidu de décalcification de roches disparues. L'eau a été rencontrée à 15 m. 60 de profondeur (niveau hydrostatique local), et s'est maintenue à ce niveau jusqu'à 182 m. de profondeur, puis elle a baissé lentement en même temps que l'approfondissement pour se maintenir à 26 m. de profondeur en fin de travail. On n'a en réalité rencontré aucune nappe; une pompe dont l'aspiration était à 90 m. de profondeur a pu donner 15 m³ à l'heure, une pompe descendant à 120 m. est en installation, on en espère 20 m³. Comme on est descendu beaucoup au-dessous du niveau de la mer, l'absence d'eau ne peut être attribuée qu'à la compacité des couches ou à l'absence de toute assise sableuse littorale; les côtes étaient alors lointaines. En admettant que l'étang de Coulan à 3 km. au Sud repose sur l'Oxfordien marneux à l'altitude 183, on trouve une pente de 20 m. par km., soit 2 0/0, de toutes les couches vers le Nord, plongement important; on peut même se demander si les couches jurassiques se sont déposées originairement suivant une telle inclinaison, ou si elles se sont redressées postérieurement à leur dépôt? Nous ne voulons pas traiter incidemment une question aussi grave qui conduirait à des considérations nouvelles sur l'ancienne extension des mers jurassiques. Nous pouvons dire cependant que ce mouvement d'élévation du Jurassique et du Plateau central de la France aurait pris place entre le Portlandien et l'Aptien; car dans la région de Graçay, dont nous avons fait une étude récente, on voit que le Jurassique supérieur avait déjà été décapé avant le dépôt des premiers sédiments du Crétacé et que le sous-sol avait déjà une structure bien définie quand de nouveaux plis ont affecté tout l'ensemble. L'anticlinal dit de Graçay ne passe d'ailleurs pas à Graçay, mais à Genouilly, à 5 km. plus au Nord, et le synclinal sud correspondant passe à Reboursin entre Graçay et Vatan.

C. Chartron. — *Sur le forage d'un puits, pour l'alimentation en eau de la ville de Marans (Charente-Inférieure).*

La ville de Marans est située sur les dernières assises de l'Oxfordien qui ressemble, en ce point, à un îlot calcaire, séparé des autres formations du même âge, par le grand synclinal qui a formé le golfe du Poitou. Cet îlot est entouré de toute part par les alluvions modernes. Un généreux donateur gratifie cette ville d'un service d'eau.

Le forage entrepris à ce sujet traverse tout l'Oxfordien, dont la puissance paraît être au moins de 113 m.

À ce niveau l'aspect du terrain et la composition des roches ne paraissent pas encore devoir changer. Car en comparant les résidus des sondes aux calcaires et marnes du Callovien des environs, sur lequel repose l'Oxfordien, on ne trouve aucune ressemblance (en tenant compte toutefois, de l'aspect trompeur des roches).

Nous n'avons rencontré dans ces résidus, entre 60 et 81 m., que des tiges de *Balanocrinus* (*Pentacrinus*) *pentagonalis* GOLDFUSS.

À cette profondeur, 113 m., on n'avait pas encore un niveau d'eau suffisant, exigé pour un service devant alimenter une ville de 5000 habitants environ.

Georges Negre. — *Sur une couche dite « terre potassique » près Saulces-Monclin (Ardennes).*

J'ai été dernièrement appelé à exécuter des sondages dans le domaine de Maindois, près Saulces-Monclin (Ardennes) pour y étudier les deux zones phosphatées des Sables verts inférieurs.

Le domaine est situé dans les bas-fonds humides à l'altitude moyenne de 92 m. Dans ces gisements phosphatés, les nodules ou « coquins » accompagnent les grains verts de glauconie, ils sont très durs, porcelainés et renferment souvent de la pyrite de fer.

La première zone à nodules se trouve à 4 m. de profondeur sur une épaisse couche d'argile panachée compacte et une marne verte grisâtre sableuse très glauconieuse. La seconde couche, dans la gaize, sous l'assise du Gault, est à 19 m. environ de la surface du sol.

Entre ces deux zones phosphatées, il existe une couche argileuse, gris bleuâtre, épaisse de 0 m. 20 à 0 m. 25, dite « terre potassique ».

De nombreuses analyses ont été faites et la moyenne nous a donné : Oxyde de potassium 12,96 ; acide phosphorique 1,79 ; chaux totale 4,035 ; silice, alumine, etc., 91,215.

Sous cette couche on rencontre un lit de minerai de fer en grains semblable à celui des gisements exploités dans les minières de canton de Grand-Pré, notamment dans celle de la Grande-Décombe près Marcq.

Nous attribuons cette présence anormale de potasse à la décom-

position lente de la glauconie qui, dans des conditions mal définies, est instable et se transforme en une matière ocreuse.

M. Spurr d'une part et M. Cayeux d'autre part ont démontré que certains gisements de limonite doivent leur formation à la décomposition de la glauconie.

Je rappellerai que certains phosphates des couches argileuses glauconieuses du Cénomaniens contiennent 3 % de matières organiques et 4 à 6 % de potasse soluble, notamment les phosphates de Pernes en Artois, mais ici, les nodules sont plus tendres, poreux et très friables, ce qui pourrait expliquer l'assimilation de la potasse située au-dessus et qui les atteint par filtration.

Je reviendrai ultérieurement sur ces faits intéressants.

L. Cayeux. — *Remarque sur la genèse de minerais de fer par décomposition de la glauconie* ¹.

Dans la communication ci-dessus sur une couche dite « terre potassique près Saulces-Monclin (Ardennes) », M. G. Negre a noté que « M. Spurr d'une part et M. Cayeux d'autre part ont démontré que certains gisements de limonite doivent leur formation à la décomposition de la glauconie ». Je crois devoir faire remarquer que le minéral identifié par M. Spurr ² à la glauconie s'en éloigne beaucoup, aussi bien par ses caractères optiques que par sa composition chimique. C'est un silicate hydraté d'alumine et de fer — non potassique — tandis que la glauconie des sédiments anciens renferme jusqu'à 8 % de potasse. Ce minéral qui paraît jouer un rôle considérable dans la genèse de certains minerais précambriens de la région des Grands Lacs en Amérique, se range tout naturellement dans le groupe des chlorites, représenté dans les minerais de fer oolithique primaires et secondaires de notre pays, par la *bavalite*, la *berthiérine* et la *chamosite*.

En conséquence, le gisement de minerais de fer de l'Aptien de Grand-pré, engendré, comme je l'ai établi ³, par la décomposition plus ou moins profonde de la glauconie, est le seul gîte de cette espèce, actuellement connu.

M. Georges Negre ⁴ fait observer au sujet de la remarque de M. Cayeux, que l'attribution erronée à la glauconie du minéral qui a

1. Observation présentée à la séance du 18 avril 1910.

2. J. E. SPURR. The Iron-Bearing Rocks of the Mesabi-Range, in Minnesota. *Geol. and Nat. Hist. Surv. of Minnesota*, Bull. n° 10, 1894.

3. L. CAYEUX. Genèse d'un minerais de fer par décomposition de la glauconie, *CR. Ac. Sc.*, CXLII, p. 895-897, 1906.

4. Observation présentée à la séance du 2 mai 1910.

engendré des minerais de fer dans la région des grands Lacs en Amérique, est imputable à M. Spurr. Il s'est borné dans sa note, comme l'ont fait avant lui MM. Collet et Lee¹, à rappeler la principale conclusion du mémoire de M. Spurr, sans pouvoir s'assurer de l'identité du minéral identifié à la glauconie.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES POINTS DE LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DE LA CAPELLE-MARIVAL (LOT)

signalés par M. Paul LEMOINE

PAR **G. Mouret.**

M. Paul Lemoine a publié une note intéressante sur quelques points de la géologie des environs de la Capelle-Marival (Lot)².

Je connais cette région, que j'ai parcourue autrefois pour l'étude de la carte au millionième, et j'ai eu l'occasion, depuis la publication de la note de M. Paul Lemoine, de l'explorer assez complètement en vue de la revision des contours du coin NE. de la feuille de Gourdon, et de la préparation de la carte à 1/320 000.

Le résultat de ces explorations et de celles poursuivies, avec les mêmes objectifs, sur la feuille de Figeac, feront l'objet d'un mémoire spécial; je me propose seulement ici, en confirmant l'exactitude générale des faits observés par notre confrère M. P. Lemoine, de présenter quelques observations sur certains des points qu'il a traités.

Diorite d'Anglars. — Cette roche, dont M. P. Lemoine a déterminé exactement les affleurements, ne diffère pas des granites amphiboliques si développés sur les feuilles de Tulle, de Brive et de Figeac. Elle ne perce pas les grès triasiques, comme il est dit dans la notice explicative de la feuille de Gourdon; son âge est plus reculé, et comme celui des autres granites de la région, il est antérieur à l'époque stéphanienne.

1. W. COLLET et Gabriel LEE : Recherches sur la glauconie *Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh*, vol. XXVI, p. 225, 1905-1906.

2. Paul LEMOINE. Note sur quelques points de la géologie des environs de La Capelle-Marival. *B. S. G. F.*, [4], IX, 1909, p. 129 (paru le 15 mars 1910).

M. P. Lemoine fait, avec juste raison, observer qu'il ne s'agit pas d'un pointement de *diorite* traversant les couches encaissantes, mais d'un métamorphisme intense des couches.

Ce fait est général ; nulle part, dans la partie sud-ouest du Plateau Central, les roches granitiques, à considérer leur gisement, ne se présentent avec un caractère intrusif, et ne peuvent, à proprement parler, être qualifiées du nom de roches éruptives. En beaucoup de points les masses granitiques, granite à mica noir, granite à mica blanc ou granite à amphibole, apparaissent avec évidence comme formées aux dépens de la roche encaissante, qu'il y ait eu ou non apport interne, et sans que cette transformation de schiste ou de gneiss en granite ait été accompagnée d'aucun mouvement tel que celui qui pourrait résulter de la venue d'une masse en fusion. Bien souvent, des traces de la roche préexistante, sinon la roche elle-même, se différencient au milieu des masses de granite avec leur orientation normale, et quand des apophyses de granite se développent au milieu des schistes, elles n'altèrent nullement la direction de la foliation.

Si l'on considère en masse les terrains granitiques, aucun fait ne tend à montrer dans la région en question, que ces grandes masses sont venues déchirer ou bouleverser les couches primitives. Ce sont à proprement parler des produits secondaires.

La *diorite* d'Anglars ne fait pas exception à la règle. Elle résulte bien, comme l'a vu M. P. Lemoine, je ne dirai pas d'un métamorphisme, car il y a probablement plus qu'un changement de structure, mais d'une transformation de schistes sériciteux, ou peut-être amphiboliques.

La zone granito-gneissique dont elle paraît dépendre est plus continue que ne le figure la petite carte de M. P. Lemoine et ne disparaît qu'au Nord d'Aynac, sous les grès du Trias. Elle ne se relie pas au massif amphibolique de la Gineste, du moins à la surface.

Terrain houiller. — M. Lemoine est porté à placer les grès houillers du Pateau au niveau de ceux du Bois-Bordet. J'ai déjà donné, dans un des *Bulletins du Service de la Carte géologique*, une description assez détaillée du Bois-Bordet, de laquelle il résulte que les couches du Poujatel et du Pateau seraient à la base de la formation. Quant aux couches du Bois-Bordet, elles seraient à un niveau supérieur, séparées des couches inférieures par une épaisse série de nappes andésitiques.

Au Sud, près du Bourg, on n'observe plus que les tufs andésitiques supérieurs ; ce sont eux qui ont fourni, sans doute, les

éléments des argiles rouges traversées par la route du Bourg à Malepeyre et qui appartiennent à la base des grès triasiques.

En ce point, d'ailleurs, la distinction des grès triasiques et houillers est assez difficile à faire, les faciès étant très analogues. Les grès triasiques occupent le faite jusqu'au puy voisin du col (478), et l'on y observe de vagues empreintes végétales.

M. P. Lemoine est disposé à admettre que le terrain houiller doit s'étendre souterrainement du Bois-Bordet jusqu'au Sud d'Aynac où il affleure sur un espace assez grand, et il pense que le Houiller supérieur pourrait peut-être un jour, vu la présence du Permien, être découvert sous les dépôts jurassiques de la région.

On verra plus loin ce qu'il faut penser de l'existence du Permien. Quant à l'âge exact des dépôts houillers, il n'est guère possible de le préciser en raison de la rareté de la flore fossile connue.

Quoi qu'il en soit, les probabilités ne sont guère en faveur d'une grande extension souterraine des dépôts houillers, ni de leur richesse en charbon.

J'ai insisté ailleurs sur la discontinuité des dépôts permien et houillers du bassin de Brive. A Gorbas, au milieu même du bassin, ou à Lissac, à grande distance de ses rivages, les grès permien reposent directement sur les diabases anciennes ou sur les schistes cristallins sans aucune interposition de grès houillers.

Dans la vallée du Lot, au Sud de Faycelles (feuille de Figeac), j'ai observé la superposition directe de grès triasiques au granite¹. Il est donc certain que les grès houillers ne s'étendent pas uniformément sur le substratum cristallin.

La discontinuité des bassins houillers du Sud-Ouest semble être la règle, soit que les érosions ante-triasiques aient fait disparaître une continuité primitive, soit plutôt que les dépôts houillers, qui ne sont en réalité que des deltas le long des anciens rivages du massif central, aient toujours été localisés.

Les chances que les terrains houillers de Malepeyre et d'Aynac se relient l'un à l'autre sont donc moins grandes, à mon avis, que ne le pense notre confrère. La façon même dont le terrain houiller d'Aynac s'adosse, à l'Est, au massif schisteux, au Terral, ne fait pas présumer que ce terrain s'étende plus à l'Est.

J'ajoute que les travaux de recherches entrepris jusqu'à présent sur les divers affleurements des terrains houillers de la région n'ont fait que révéler la rareté des couches de schistes et

1. Voir la coupe (p. 93) des Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1906 (*B. Service Carte géol. de la Fr.*, XVII, 1905-1906).

l'absence de la houille. Tous les affleurements connus sont improductifs et beaucoup d'argent a été dépensé sans qu'on ait jamais trouvé de couches exploitables. Il faut aller dans le bassin de Saint-Perdoux, qui n'est pas précisément un bassin littoral, mais plutôt un remplissage de lac, pour trouver quelques minces couches plus ou moins schisteuses mais susceptibles d'exploitation, et exploitées effectivement.

Permien. — M. Paul Lemoine pense que l'on pourrait comparer aux argiles, grès, et psammites rouges du Permien moyen de la feuille de Figeac, des argiles rouges, associées au Houiller de la région dans des conditions toujours assez bizarres. Il en conclut à l'existence probable du Permien dans la région.

Les argiles et psammites permieniens de la feuille de Figeac appartiennent au bassin de Rodez et ne se rattachent pas au bassin de la Capelle-Marival.

Dans mon travail sur le bassin houiller et permien de Brive (p. 19), j'avais admis que le Permien existe dans la région de Figeac, voisine de celle de la Capelle-Marival. J'avais assimilé au Permien, en raison simplement d'analogie de faciès, comme le fait M. P. Lemoine, certains grès gris schisteux analogues aux grès à *Walchia* du Permien, qui affleurent, non loin de Figeac, sur la route de Maurs. J'avais encore assimilé, par la même raison, au Permien, des grès violacés et des argilolithes rouges qui apparaissent dans les tranchées de la voie ferrée de Cahors à Capdenac, entre Toirac et la Madelaine.

En réalité, ces grès, ces argiles, sont associés aux nappes andésitiques comprises dans les terrains houillers des environs de Figeac (vallon des Carmes). Elles appartiennent incontestablement au Stéphanien, et le Permien n'affleure pas dans la région de Figeac.

Il n'apparaît pas davantage dans la région voisine, autour de la Capelle-Marival et d'Aynac. Les argiles rouges qui ont attiré l'attention de M. P. Lemoine sont associées tantôt au Houiller, tantôt au Trias, tantôt aux couches rhétiennes. Leur faciès n'est pas caractéristique du Permien, pas plus que celui des grès rouges qui, dans une partie du bassin de Brive, appartiennent au niveau le plus supérieur du Houiller, d'après leur flore.

Les discordances de stratification que M. P. Lemoine a pu observer tiennent au régime torrentiel des dépôts. Parfois, aussi, quand les argiles se présentent à la séparation des grès triasiques et houillers, leur attribution de niveau peut devenir incertaine. C'est le cas sur le chemin de Cahuac à la Bardine, où l'on passe

des grès et schistes houillers aux grès et poudingues triasiques par l'intermédiaire d'argiles rouges sans pouvoir dire, faute de coupe suffisamment étendue, où finit le Houiller, où commence le Trias.

Il ne faut pas oublier non plus, que, quoique les sédiments triasiques proviennent le plus souvent de la destruction des schistes cristallins, parfois ils se sont formés sur place aux dépens des grès et argiles du Houiller, dont ils prennent alors plus ou moins le faciès.

Trias de Leyme. — M. P. Lemoine fait observer que le Trias de Leyme, situé à l'intérieur du massif cristallin, est limité par faille au Sud, ce qui est exact¹, mais il admet, sans doute d'après les tracés de la feuille de Gourdon, que le Trias remonte du fond de la dépression de Leyme, cote 463, jusque sur les hauteurs situées au Sud, vers la cote 587.

Je n'ai pu constater cette continuité d'affleurement. D'après mes explorations, le Trias existe bien sur la hauteur, mais il forme deux ou trois îlots détachés les uns des autres, et séparés des dépôts de Leyme. L'un de ces îlots rappelle par sa situation les dépôts de Leyme, en ce qu'il est limité au Sud par une faille parallèle à celle de Leyme.

Il est probable, d'ailleurs, que le terrain est beaucoup plus faillé qu'il n'apparaît. La destruction des grès triasiques qui devaient à l'origine recouvrir toute la région ne permet plus de constater toutes les fractures, ni d'apprécier l'étendue réelle de celles encore apparentes. La faille de Leyme est encore visible à 1 800 mètres à l'Ouest de Leyme, mais au delà on perd sa trace au milieu des schistes. Il est possible qu'elle se prolonge jusqu'à la rencontre d'une grande faille NS. passant près d'Aynac, de même qu'à l'Est, elle pourrait se rattacher à celle de Terrou. Mais elle peut aussi ne constituer qu'une simple boutonnière.

Failles. — A en juger par les tracés de la feuille de Gourdon, tous les terrains sédimentaires constituant la bordure du massif central se présenteraient en affleurements continus sans qu'aucune dislocation soit venue rompre cette continuité. La petite carte annexée à la note de M. P. Lemoine ne figure également aucune fracture.

Dans la réalité, toute cette bordure sédimentaire est disloquée par des fractures multiples de directions variées et dont plusieurs

1. Le tracé de cette faille était déjà figuré sur la carte annexée à mon « Aperçu sur la géologie de la partie sud-ouest du Plateau Central ».

ont une grande importance¹. Par elles se trouvent modifiés d'une manière assez sensible les tracés de la feuille, et les conclusions qu'on pourrait tirer de la carte sur la genèse du régime hydrographique actuel.

Cette question des failles, question qui intéresse une région plus étendue que celle étudiée par M. P. Lemoine, fera l'objet d'une autre communication.

Je me contenterai ici de signaler que les failles bordières de la région d'effondrement de la Capelle-Marival, failles dont parle M. P. Lemoine, se réduisent, à part quelques rejets transversaux, à une faille unique, dont une partie est figurée sur la carte annexée au compte rendu des collaborateurs de la Carte géologique pour la campagne de 1903, et qui, d'après mes nouvelles explorations, se prolonge au moins jusqu'à Flaujac, à en juger par un affleurement des couches les plus inférieures du Bajocien, sinon du Toarcien.

Bassin de Terrou. — Le bassin liasique de Terrou occupe, comme je l'ai indiqué sur la feuille de Figeac, d'après des tracés qui remontent à vingt-cinq ans, une région d'affaissement. Il est limité à l'Ouest par une faille contre laquelle s'adosent les grès secondaires surmontés par des calcaires de l'Infralias. Ces calcaires d'après la carte (feuille de Figeac) seraient traversés par la route de Terrou à Molière, au NW. du village de Plagnes. Mais contrairement à cette indication de la carte, M. Paul Lemoine aurait observé, en ce point, des terrains anciens et il suppose qu'il y a là peut-être une simple erreur du coloriage de la carte.

Je me suis reporté à mes minutes qui indiquent bien la présence des calcaires du Lias. Il s'agit là d'une bande étroite que longe la faille et qui a peut-être échappé aux observations de M. P. Lemoine. D'ailleurs la présence des terrains anciens à un niveau supérieur à celui des grès serait anormale. Mes souvenirs sont trop anciens cependant, pour que je puisse affirmer l'existence du Lias en ce point et il est à la rigueur possible, soit que la faille subisse au point en question une déformation dans son tracé rectiligne, soit que les terrains anciens aient été soulevés et viennent affleurer en contrehaut des grès de l'Infralias.

1. Plusieurs aussi prolongent les failles que j'ai relevées sur d'autres feuilles.

Séance du 18 avril 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. le D^r **Marian Salopek**, Conservateur du Muséum national de géologie et paléontologie d'Agram, présenté par MM. Popescu-Voitesti et Louis Gentil.

Émile Segaud, élève de l'École nationale des Mines, à Paris, présenté par MM. Humery et Paul Combes.

Une nouvelle présentation est annoncée.

M. **Pierre Termier** offre à la Société un exemplaire d'un article intitulé « Le dernier volume de l'*Antlitz der Erde* d'Eduard Suess » qui vient de paraître aux *Annales de Géographie* (numéro du 15 mars 1910).

L'article comprend deux parties : une analyse rapide des dix-huit chapitres dont est formé ce dernier volume de l'œuvre magnifique du maître viennois, et un essai de critique qui, après avoir embrassé le livre tout entier, se particularise sur les deux chapitres relatifs aux Alpes.

L. Cayeux. — *Fouilles de Délos (Cyclades) et les applications de la géologie à l'archéologie*¹.

L'auteur résume quelques-unes des observations qu'il a faites à Délos, sur les applications de la géologie à l'archéologie, au cours de ses deux dernières missions, dans la Méditerranée orientale (1906 et 1908).

L'exploration détaillée de la côte occidentale de l'île a permis de suivre, pour ainsi dire pas à pas, le rivage antique, très différent du rivage actuel en ce point, et de reconnaître que le dessin de la côte a été rectifié par des remblais à base de tessons de poteries, sur une longueur de plus d'un kilomètre. Des fouilles entreprises dans le Port Sacré ont dégagé un ensemble de quais, en grande partie démolis, édifiés à des époques différentes et dont les ruines se trouvent presque toujours au-dessous du niveau actuel de la mer. Une petite portion de ces quais, conservés

1. Le sujet sera traité avec tous les détails qu'il comporte dans un volume spécial de la publication consacrée aux fouilles de Délos.

avec leur dallage et une borne d'amarrage, s'élèvent jusqu'à un mètre au-dessus du niveau moyen de la mer et fournissent un des meilleurs arguments que l'on puisse invoquer à Délos, en faveur de la fixité du niveau de la Méditerranée depuis l'Antiquité. A ce sujet, M. Cayeux passe en revue quelques-uns des faits d'observation qu'il a réunis à Délos même et qui concourent à démontrer cette fixité.

Ces fouilles complétées par l'étude du môle qui protégeait le Port Sacré, au Nord, conduisent à cette conclusion que ce port, considéré comme un abri naturel, aménagé par les Anciens, est au contraire un port, artificiel en tous points, créé pour les besoins du sanctuaire d'Apollon. Sa construction sur le bord d'un chenal, suivi par un courant très violent, est de nature à donner une très haute idée de la technique des Anciens, en matière de travaux maritimes.

Tous les voyageurs qui ont exploré Délos l'ont présentée comme une terre dépourvue d'eau. Or l'étude hydrologique qui en a été faite en 1906 a révélé l'existence d'une nappe aquifère très riche, emprisonnée dans du granite et du gneiss fendillés, nappe qui contribuait pour une large part à l'alimentation de la ville, ainsi que la découverte ultérieure de nombreux puits l'a vérifié.

Les recherches entreprises pour retrouver le cours inférieur de l'Inopos, perdu au milieu des ruines, ont démontré que les eaux de ce torrent s'étaient étalées à l'origine sur une partie du sanctuaire, sur l'emplacement du Lac sacré, etc., et que des travaux d'endiguement et de captage avaient transformé le torrent en une source d'eau potable pour la ville et livré aux architectes toute la partie basse du cours d'eau, jusque là couverte par des eaux marécageuses¹.

Enfin l'auteur insiste sur l'extrême variété des matériaux qu'on rencontre sur le champ de fouilles et sur le grand intérêt qui s'attache à la détermination précise de leur origine. La solution de ce problème intéresse au plus haut degré la question des relations des villes antiques avec les contrées voisines.

M. Cayeux termine son exposé, en notant que Directeur et Membres de l'École française d'Athènes sont aujourd'hui convaincus que le concours d'un géologue est nécessaire pour l'étude d'une foule de questions qui se posent au cours des fouilles archéologiques. Des géologues seront appelés de temps en temps à suivre les grands travaux de l'École ; ils auront ainsi l'occasion de visiter différents pays d'Orient et d'en étudier la géologie.

1. La dent d'*Elephas antiquus* découverte à Délos a été extraite des alluvions anciennes de l'Inopos (Voir L. CAYEUX : Découverte de l'*Elephas antiquus* à l'île de Délos, Cyclades, *CR. Ac. Sc.*, CLXVIII, p. 1089-1090, 1908).

LES BRÈCHES OSSEUSES A PERFORATIONS DE LITHODOMES DE LA GROTTE DU PRINCE

PAR **Marcellin Boule.**

J'ai eu l'occasion d'insister à diverses reprises, devant la Société, sur l'intérêt que présente, au point de vue de l'histoire générale du Pléistocène méditerranéen, la stratigraphie de l'une des célèbres grottes de Grimaldi, la grotte du Prince¹.

J'ai fait voir qu'il y a eu, dans cette caverne, superposition de deux formations fossilifères d'origines bien différentes : une formation marine à *Strombus bubonius* (= *S. mediterraneus*) et des formations continentales, dont les plus inférieures, renfermant la faune du Pléistocène inférieur à *Elephas antiquus* et *Hippopotamus*, reposent directement sur le terrain d'origine marine. J'ai essayé de démontrer qu'après le dépôt de la plage à *Strombus bubonius*, la mer s'était retirée assez loin et que, dans son retour ou ses retours offensifs, elle n'avait jamais dépassé le seuil de la Grotte du Prince, dont tous les dépôts de remplissage d'origine subaérienne, formés parfois de produits très meubles, de cendres pulvérulentes, sont restés intacts.

Cette dernière conclusion, ne cadrant pas avec certaines vues purement théoriques de divers auteurs, a été combattue par M. Flamand². Ce géologue, ayant observé, sur la paroi ouest de la Grotte du Prince, des brèches osseuses perforées par des Lithodomes, a déclaré que cette constatation « prouve bien nettement l'existence d'un mouvement positif succédant à la constitution de la brèche osseuse à faune chaude, c'est-à-dire postérieur à la grande oscillation négative de l'époque de l'*Elephas antiquus* ».

En réponse à M. Flamand, j'ai rappelé³ qu'il y a, dans la Grotte du Prince, des témoins d'un remplissage très ancien, antérieur à la plage marine et à tous les dépôts fossilifères pléistocènes, probablement d'âge pliocène, et qui s'étendait bien au delà des limites extérieures du cône de remplissage

1. M. BOULE. Note sur les grottes des Baoussé-Roussé, près de Menton. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 13 et V, p. 76. Voir aussi M. BOULE. Les Grottes de Grimaldi. *L'Anthropologie*, t. XVII, 1906, pages 257-289 et Les Grottes de Grimaldi. Géologie, 1 vol. in-4°, avec 13 pl. Imprimerie de Monaco, 1906.

2. G. B. M. FLAMAND. Sur une observation faite à la grotte du Prince. *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 537.

3. *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 553.

pléistocène. Des témoins de cette vieille brèche, très résistante, sont restés soudés, sur de nombreux points, à la paroi calcaire.

Je disais que si les perforations des Lithodomes, observées par M. Flamand sur des blocs de brèche, sont bien dans le ciment de celles-ci, et non dans les cailloux calcaires qui la composent, c'est que ces blocs appartiennent à la brèche anté-quaternaire.

Il me paraissait, en tous cas, difficile de recourir à l'explication proposée par M. Flamand et je ne pouvais que répéter ce que j'avais dit plusieurs fois et ce que j'avais écrit dans mon mémoire détaillé :

« La réalité d'un mouvement positif de la mer, postérieur au mouvement négatif qui a suivi la formation des plages à *Strombus mediterraneus*, ne saurait être niée puisque c'est ce mouvement positif qui a ramené la mer dans ses limites actuelles, mais il est certain que la mer n'a pu dépasser de nouveau le seuil général des grottes de Grimaldi, c'est-à-dire l'altitude de 10 mètres environ. Les dépôts meubles de remplissage de la Grotte du Prince et de la *Barma di Baouso da Torre*, ainsi que les cendres des foyers (même les plus inférieurs) n'ont, en effet, présenté aucune trace de remaniement ou de brassage par les flots. »

Et j'ajoutais qu'il ne s'agissait pas ici d'observations faites en passant, au cours d'une visite rapide ou superficielle, mais d'un examen prolongé pendant les années qu'ont duré les fouilles dans la Grotte du Prince.

Quelques jours après, M. Flamand¹ répliquait en insistant sur deux faits, qui ne répondaient pas d'ailleurs à mon objection principale : 1° les perforations de Lithodomes sont bien dans le ciment résistant de la brèche ossifère ; 2° l'un des échantillons présentés à la Société montre précisément un Lithodome ayant perforé un fragment d'os.

Enfin, le 28 mars 1907, M. Ch. Depéret, me remerciant « des intéressantes rectifications » que j'avais dû apporter, quelques jours auparavant, aux détails erronés donnés par lui sur la Grotte du Prince, mais ne tenant aucun compte des arguments que j'avais opposés à l'interprétation de M. Flamand, déclarait que l'« observation capitale » de son collègue « démontre définitivement que la ligne de rivage est remontée à + 13 m. au moins après le dépôt du Quaternaire inférieur et même, selon toute

1. G. B. M. FLAMAND. Réponse aux remarques de M. M. Boule. *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 7.

vraisemblance, après le dépôt de tout le remplissage de la grotte ». « A mon avis, dit-il en terminant, il n'y a plus de discussion utile sur ces faits. »

Plus j'avance dans la carrière, moins je crois aux solutions absolues et définitives des problèmes scientifiques. Dans le cas actuel, j'aurais pu penser moi aussi, comme mon confrère de Lyon, que j'étais seul en possession de la vérité et qu'il n'y avait « plus de discussion utile » sur la question controversée. Je ne l'ai pas pensé, mais j'ai attendu, pour reprendre la parole, une occasion de revoir la Grotte du Prince et de vérifier la coupe donnée par M. Flamand. Cette occasion m'a été offerte par les fêtes d'inauguration du Musée océanographique de Monaco. Le programme de ces fêtes comprenait une visite aux grottes. Quelques jours avant, avec l'aimable et toujours dévoué concours de MM. de Villeneuve et Lorenzi, j'ai fait rafraîchir les coupes de la grotte et le jour de la visite officielle, j'ai eu le plaisir de montrer à de nombreux géologues les faits importants qu'il me reste à exposer.

*
* *

L'argumentation de M. Flamand peut se résumer de la façon suivante :

1° La brèche osseuse, dont on observe des lambeaux soudés à la paroi ouest de la caverne, est percée par des Lithodomes.

2° Cette brèche repose sur les dépôts de la plage marine à *Strombus mediterraneus* ; elle lui est donc postérieure.

3° Cette brèche représente la couche n° 2 des coupes détaillées, c'est-à-dire une couche séparant les foyers E et D à faune chaude.

Conclusion. — Il est évident que la mer est revenue dans la Grotte du Prince après le dépôt de cette couche n° 2, c'est-à-dire après les premiers dépôts continentaux du Pléistocène inférieur.

Cette argumentation est résumée graphiquement dans la coupe publiée par M. Flamand et que je reproduis ici (fig. 1).

Or cette coupe est inexacte ainsi que j'ai pu le faire constater à MM. Haug, de Margerie, Penck, Obermaier, Breuil et autres géologues qui ont visité la grotte avec moi le 31 mars 1910.

Reprenons les divers points de l'argumentation de M. Flamand.

1° Sur le premier point, je suis entièrement d'accord avec lui : la brèche osseuse, dont on observe un lambeau soudé à la paroi ouest de la grotte, est percée par des Lithodomes : les perforations sont très nettes, très nombreuses et plusieurs de mes com-

pagnons d'excursions ont pu en emporter de beaux échantillons pour leurs collections.

2° La seconde affirmation n'est pas exacte. Cette brèche *ne repose pas* sur la plage marine et ne lui est pas postérieure, comme l'a affirmé M. Flamand et comme il l'a figuré sur sa coupe. Les nouveaux sondages que j'ai fait exécuter sous mes yeux ont prouvé que la plage venait *buter* à la fois contre la paroi calcaire de la grotte et contre le lambeau de brèche. Il apparaît dès lors clairement que c'est dans la mer qui a formé la plage marine qu'ont vécu les Lithodomes dont les perforations s'observent à la fois sur la paroi calcaire et sur les brèches soudées à cette paroi. *La plage marine est donc postérieure à la brèche.* Celle-ci se poursuit d'ailleurs à l'état de lambeaux isolés, toujours soudés à la paroi et souvent percés de Lithodomes, en de nombreux points de la muraille calcaire, souvent à des hauteurs considérables, notamment vers l'extérieur où je l'avais signalée (voir mon mémoire détaillé, p. 125).

3° Par suite, et contrairement à l'assertion n° 3, la brèche perforée ne saurait être confondue avec la couche de remplissage pléistocène n° 2 de mes coupes, laquelle couche n° 2 est comprise entre le foyer le plus inférieur de la grotte, ou foyer E, et le foyer suivant, ou foyer D.

La lecture attentive de mon mémoire détaillé eût évité à M. Flamand la confusion qu'il a commise. En effet, la brèche perforée a des caractères pétrographiques tout différents de la couche 2. Tandis que cette dernière est formée par une terre rouge, caillouteuse et qu'elle est complètement stérile au point de vue paléontologique, la brèche perforée forme une roche compacte, à ciment calcaire, *riche en ossements brisés* et tellement dure qu'on a dû employer la poudre pour la faire sauter. Elle adhère si fortement à la paroi calcaire qu'on ne peut l'en détacher sans détacher en même temps des morceaux de cette paroi.

J'ai pu montrer à mes compagnons d'excursion de petits témoins encore en place de la couche 1, du foyer E, de la couche 2, du foyer D et de la couche 3. Ils offraient la disposition représentée figure 2. Mes savants confrères ont pu palper et écraser entre leurs doigts des cendres du foyer E, restées en place sous un encorbellement de la brèche perforée, et reconnaître que le simple bon sens suffirait pour faire admettre que ces cendres pulvérielles n'ont pu se déposer au point où on les voit aujourd'hui qu'après le départ *définitif* des eaux marines. Je leur ai montré également des restes de la couche 2, formée d'éléments

meubles et au-dessus, ce qui reste encore du foyer D surmonté par les dépôts meubles de la couche 3.

Ces diverses observations sont résumées dans la coupe de la figure 2, où j'ai figuré en pointillé la suite des couches du remplissage pléistocène, telles qu'elles existaient avant les fouilles, et dont on ne voit plus que des lambeaux accrochés en quelque sorte à la paroi calcaire et à la vieille brèche d'âge préquaternaire Br.

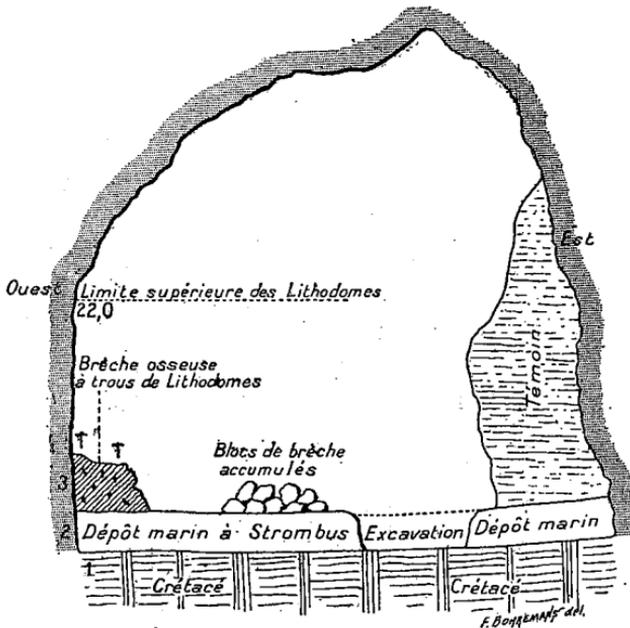


FIG. 1. — Coupe de la GROTTÉ DU PRINCE, d'après M. Flamand. *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 541.

Je devais entrer dans tous ces détails, parce que la question discutée dépasse la portée d'une vaine polémique personnelle. Divers géologues veulent que certaines plages émergées des rivages méditerranéens correspondent à un mouvement positif du Pléistocène supérieur de + 15 à 20 m. Je ne m'oppose pas en principe à cette vue, mais je demande, pour l'admettre, des preuves plus sérieuses que celles qui ont été fournies jusqu'ici. Et mon exigence est d'autant plus légitime que la Grotte du Prince me fournit, par contre, des faits très clairs, sans aucune ambiguïté et en complète opposition avec les théories de mes contradicteurs. Et je me crois plus fermement que jamais autorisé à répéter que sur le rivage de Grimaldi, tout au moins :

1° La Méditerranée, soit à la fin du Pliocène, soit à l'aurore

du Pléistocène, atteignait, dans la grotte du Prince, l'altitude d'environ $+ 25$ m.

2° Que le niveau de cette mer s'est abaissé peu à peu jusqu'à la cote $+ 12$ m., où elle a édifié les dépôts coquilliers à *Strombus bubonius* qui recouvrent le plancher de la grotte.

3° Que ce retrait s'est poursuivi jusqu'à une limite indétermi-

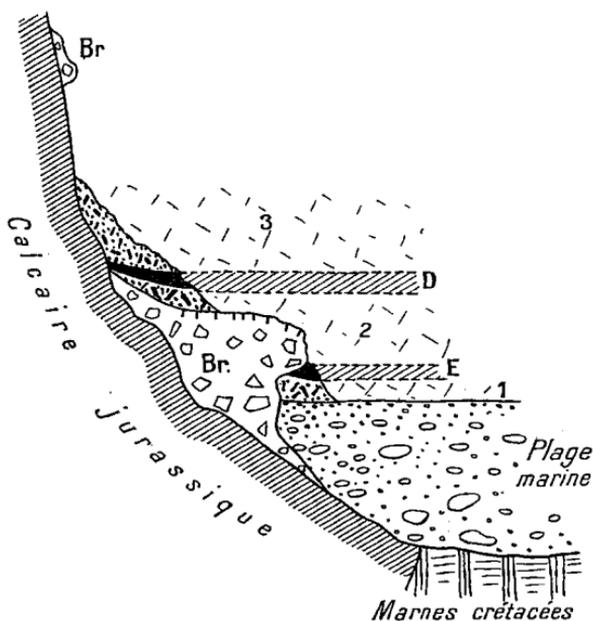


FIG. 2. — Coupe détaillée prise à la GROTTÉ DU PRINCE.

née et que, pendant ce temps, la faune *chaude* de Mammifères du Pléistocène inférieur a laissé ses débris dans les premiers dépôts de remplissage de la caverne.

4° La mer est revenue prendre possession des terres émergées. Mais ce mouvement positif, dont la réalité ne saurait être niée puisque c'est lui qui a ramené la mer dans ses limites actuelles, n'a pas permis à celle-ci de dépasser le seuil général des grottes de Grimaldi, c'est-à-dire l'altitude de 10 m. environ.

Pour ce qui est de la généralité probable ou possible de ces phénomènes dans tout le bassin de la Méditerranée, je ne peux que renvoyer à mon mémoire détaillé (p. 145 et suiv.).

NOTE SUR LES NAPPES DE CHARRIAGE DE LA RÉGION DE CAMARET (FINISTÈRE)

PAR **L. Azéma.**

En 1909, M. Jules Bergeron a soupçonné la vérité en publiant une note sur l'existence probable de nappes de charriage en Bretagne¹.

De notre côté nous avons publié la même année une note sur la tectonique de la pointe occidentale du Finistère dans laquelle il ne nous a pas paru rationnel de faire intervenir à ce moment des nappes de charriage².

C'est à la suite d'une excursion faite avec M. Bergeron dans la région de Camaret, en novembre 1909, que nous avons été amené à partager les idées de ce savant géologue sur l'existence de nappes de charriage dans cette intéressante région. Nous avons donc entrepris de nouvelles études qui nous ont suggéré les conclusions développées dans la présente note. L'adoption de la théorie des nappes de charriage explique d'une façon lumineuse et jusque dans leurs plus petits détails les faits observés dans la région de Camaret. Si nous avons été amené à modifier les idées émises dans notre première publication, c'est que nous estimons que les questions de parti pris sont incompatibles avec la science dont le seul objectif doit être la recherche de la vérité.

Dans la région de Camaret, l'examen des falaises qui, de la pointe du Toulinguet, s'étendent vers le SE. jusqu'à l'anse de Dinan et vers l'E. jusqu'à la Mort-Anglaise, donne lieu à des constatations importantes. Pour en faciliter la description, nous diviserons ce long développement de falaises en plusieurs tronçons.

1° POINTE DU TOULINGUET. — La haute falaise située à l'W. du phare du Toulinguet comprend, au milieu des puissantes assises du Grès armoricain S¹, une bande de 25 m. d'épaisseur composée alternativement de schistes noirâtres et micacés et de grès siliceux. L'épaisseur des lits schisteux varie de 2 à 5 cm. et celle des lits de grès de 10 à 30 cm. ; on compte plus de 150 couches dans l'épaisseur totale de la bande.

1. J. BERGERON. Sur l'existence probable de nappes de charriage en Bretagne. *B. S. G. F.*, (4), 1909, IX, p. 13.

2. AZÉMA. Note sur la tectonique de la Pointe occidentale du Finistère. *Bull. Soc. Sc. nat. de l'O. de la France*, (2), IX, 1909, p. 159.

La direction stratigraphique des roches est de 120° avec pendage de 50° au NE.

La bande schisteuse se prolonge sur une longueur de 350 m., parallèlement aux falaises S. de la pointe, jusqu'à hauteur d'une faille transversale où elle disparaît après s'être plissée et redressée. L'extrémité SW. de cette faille, voisine du mur

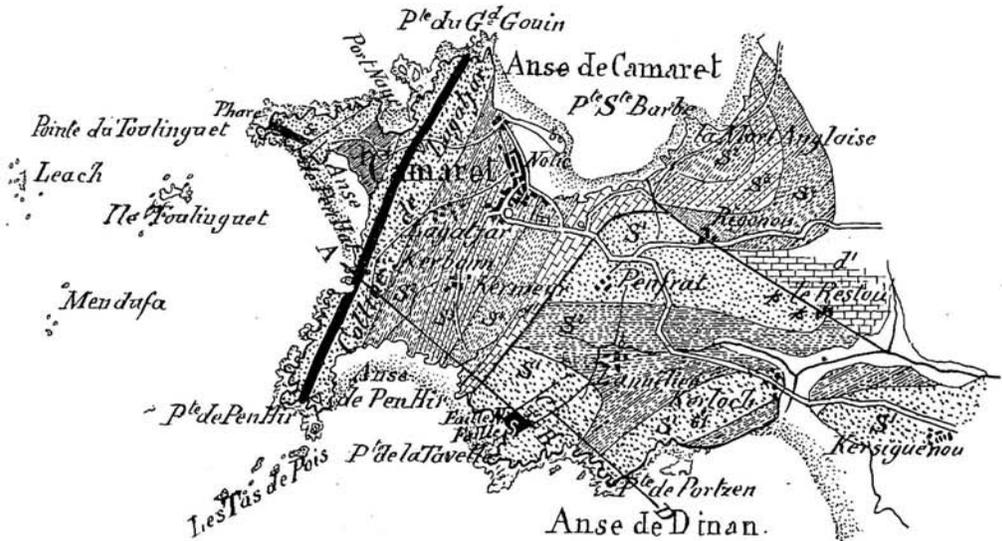


FIG. 1. — Carte de la RÉGION DE CAMARET. — 1/60 000.

d'enceinte du fort, est très apparente ; il n'en est pas de même de l'extrémité opposée, cachée qu'elle est par les éboulis de la crête rocheuse qui ferme à l'W. l'anse de Port-Naye. Le massif rocheux, qui continue la falaise à l'E. de la faille, est également constitué par du Grès armoricain S', dont les lits peu visibles ne concordent plus avec ceux de la pointe du Toulinguet. Direction générale 30° avec pendage de 60° à l'E. La falaise rocheuse disjointe et brisée est de nouveau faillée et percée de nombreuses excavations qui constituent les fameuses grottes du Toulinguet. Ce massif a été considéré comme constituant le flanc W. de l'anticlinal dit de Port-Naye. Nous avons reconnu dans une précédente étude, qu'il se soudait autrefois à la colline de Lagatjar, par-dessus le Précambrien de l'isthme de Port-Naye, en raison de la direction de ses lits rocheux.

En définitive, il existe un changement de faciès entre les rochers de la pointe du Toulinguet et ceux du flanc W. de l'an-

ticlinal de Port-Naye. Les premiers, plissés à 120° , englobent la série d'îlots et d'écueils qui s'étendent vers le large jusqu'à la chaussée de la Vandrée et vers la terre jusqu'au dôme de la Mort-Anglaise. Quant aux solutions de continuité, qui existent dans cette ligne, elles résultent des effets de l'érosion. Les seconds, c'est-à-dire les rochers de l'anticlinal de Port-Naye, constituent comme nous le verrons plus loin, le bord frontal d'une nappe de charriage.

2° ANSE DE PEN HAT. — Le rivage, qui borde cette anse, est formé de dunes mouvantes, qui recouvrent les schistes précambriens X. Ceux-ci se prolongent, comme nous l'avons vu dans une étude antérieure, sous les deux massifs de Grès armoricain du Toulinguet à l'W. et de la colline de Lagatjar à l'E. Il est probable que la solution de continuité entre ces deux massifs n'existait pas autrefois ; cet intervalle devait être recouvert par les débris rocheux de la nappe de charriage en mouvement et balayés depuis par les dénudations. Mais, fait digne de remarque, la bande de contact avec la pointe du Toulinguet, quoique fortement tourmentée, est restée en place, tandis que la partie intermédiaire a disparu.

3° POINTE DE PEN HIR. — Cette pointe limite au S. la longue colline de Lagatjar qui se prolongeait autrefois plus avant dans la mer par les rochers des Tas de Pois qui en sont les derniers vestiges. Le fait capital à retenir est la présence dans la partie médiane de la formation de la même bande de schistes et de grès que nous avons observée à la pointe du Toulinguet. Cette bande que l'on peut étudier dans les grandes cassures voisines de la batterie de Kerbonn, se prolonge sans interruption de la pointe de Pen-Hir au S. jusqu'à la pointe du Grand Gouin au N. Les lits de schistes et de grès de la bande, presque verticaux au S., s'inclinent de plus en plus en remontant vers le N. où finalement ils ont un pendage de 45° E.

Il est permis de conclure de cette disposition que le massif de Grès armoricain, S', de la colline de Lagatjar, appartient à la même formation que celui de la pointe du Toulinguet. Si aujourd'hui le premier a pour direction 20° avec pendage de 80° à l'E., et le second 120° avec pendage de 50° au NE., c'est qu'ils ont été dérangés de leur position primitive. Il semble rationnel d'admettre, en raison de la proximité du massif granitique du Léon, qui constitue par la ligne « pointe St-Mathieu-Brest » le rivage N. du bassin intérieur et auquel vient s'appuyer, sous

l'Iroise, l'assise de Grès armoricain « pointe du Toulinguet-la Mort Anglaise » que, seul, le massif de Lagatjar a effectué un déplacement angulaire d'une amplitude de 100° environ lors de son mouvement de translation. Le résultat de ce déplacement a été de placer la colline de Lagatjar à cheval sur l'anticlinal de Port-Naye qu'elle recouvre en stratification discordante.

4° ANSE DE PEN HIR. — Les falaises qui contournent cette anse présentent la plus belle coupe géologique des terrains paléozoïques de la Bretagne. La série des étages du Silurien et une portion du Dévonien inférieur y sont représentées. Toutes ces couches, malgré des différences notables dans les directions et la présence de gondolements qui résultent de l'inégale compressibilité des schistes et des grès, sont disposées en stratification concordante.

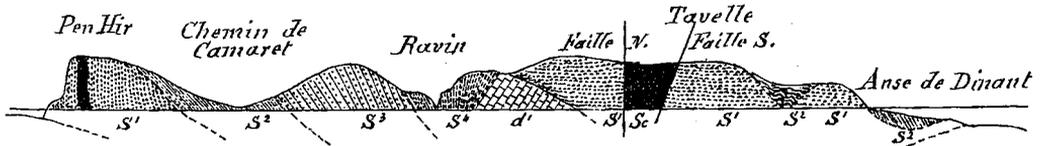


FIG. 2. — Coupe suivant le plan ABCD de la figure 1. — 1/22500.
d', Dévonien ; S⁴, Gothlandien ; S³, Ordovicien supérieur ; S², Ordovicien moyen ; S¹, Ordovicien inférieur ; Sc, Schistes ; X, Schistes précambriens.

Les schistes d'Angers S², et les grès de Saint-Germain S³, ont un pendage de 45° SE. Quant au Gothlandien S⁴, composé de schistes plastiques et compressibles, il est resserré à la base et, au contraire, épanoui en éventail dans la partie supérieure où il forme des crochons que nous avons essayé de représenter dans la coupe.

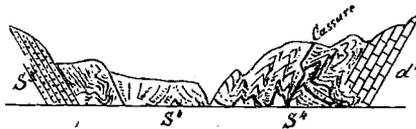


FIG. 3. — Détails de la coupe du Gothlandien de la figure 2. — Même légende.

Les couches les plus rapprochées du grès de Saint-Germain participent au même pendage que lui, mais plus à l'E., les têtes de couches se redressent de plus en plus et finalement se renversent avec plongement vers le NW.

Le calcaire dévonien d¹, qui vient ensuite, est complètement renversé et a également un plongement vers le NW.

L'assise suivante, formée de grès en lits de 40 cm. environ, a comme direction 100° avec pendage de 30° au N. Cette

assise recouvre le calcaire dévonien en stratification discordante et constitue un contact anormal. Quoique dépourvu de fossiles, ce grès doit être rapporté au Grès armoricain S^1 , conformément à l'opinion de M. Bergeron ; car il possède un faciès lithologique identique à celui du massif de la Tavelle dont il sera question plus loin.

Ces dispositions nous permettent de conclure que toute la série des couches siluriennes s'est déplacée sous l'influence d'une force extérieure qui a plaqué successivement toutes ces assises sur le Grès armoricain de la colline de Lagatjar en bandes concordantes.

Quant à la couche de Grès armoricain S^1 , qui recouvre en stratification discordante le calcaire dévonien d^1 , elle constitue le front de poussée et la force restante dont elle était animée a suffi pour lui faire effectuer son chevauchement sur le calcaire dévonien.

La ligne de séparation entre ce dernier et le grès qui le surmonte suit la bordure occidentale du plateau de Penfrat ainsi que l'indique M. Barrois dans sa carte géologique.

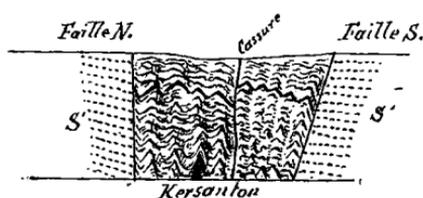


FIG. 4. — Détails de la coupe de l'Ordovicien de la figure 2. — Même légende.

5° POINTE DE LA TAVELLE. — Le massif de Grès armoricain S^1 , de la pointe de la Tavelle est constitué par des grès en lits de 0 m. 40 d'épaisseur environ. La direction générale est de 20° avec pendage de 30° EES. — Cette direction est la même que celle de la colline de Lagatjar ; ces deux massifs gréseux sont donc parallèles. La pointe de la Tavelle est limitée vers le N. par une falaise qui se prolonge sur 300 mètres de longueur jusqu'à une petite crique limitée par deux failles espacées de 200 mètres et que M. Bergeron a distinguées sous le nom de faille N et de faille S. — La falaise comprise entre ces deux failles se compose de lits alternatifs de schistes et de grès ondulés, plissés et faillés dont le faciès est semblable à la bande de schistes et de grès que nous avons signalée comme étant intercalée dans le Grès armoricain de la pointe du Toulinguet et de la colline de Lagatjar.

M. Bergeron, qui a donné de cette falaise une description détaillée, sur laquelle nous ne reviendrons pas, a attribué au Dévonien inférieur ce lambeau de terrain qui, dit-il, s'est trouvé enclavé dans l'assise de Grès armoricain soit par un mouvement d'exhaussement de sa part, soit par un mouvement d'abaissement des grès.

Pour nous, cette portion de la falaise n'est autre qu'un fragment de la bande de schistes et de grès intercalée dans le Grès armoricain ; sa présence anormale sur ce point est la conséquence du chevauchement du Grès armoricain sur le calcaire dévonien dont nous avons parlé plus haut. Les surfaces de contact des deux assises taillées à 45° ont facilité la pénétration du calcaire dans la masse du grès de sorte que le calcaire, en pénétrant en orme de coin dans la partie schisteuse du Grès armoricain, a déterminé son exhaussement et son apparition à l'extérieur à la faveur d'un hiatus qui s'est produit dans les lits supérieurs. Une autre hypothèse, plus vraisemblable peut-être, serait d'attribuer cette anomalie de constitution à une poussée de kersantite dont un filon existe au bas de la falaise.

En conséquence, le massif de la Tavelle, qui fait partie du grand massif de Grès armoricain du centre de la presqu'île de Crozon, doit être considéré comme le propulseur du mouvement qui a transporté la nappe de Camaret sur l'anticlinal de Port-Naye. Dans l'exécution de ce mouvement, la bordure du grès a chevauché sur le calcaire dévonien.

6° **POINTE DE PORTZGUEN.** — La pointe de Portzguen, ainsi que celle de la Tavelle, fait partie d'un massif de Grès armoricain S¹, affectant la forme d'un triangle dont la base, fortement entamée par la mer (anse de Dinan), est reliée par l'extrémité E. à l'anticlinal de Crozon, dont l'angle au sommet (Penfrat) est intercalé entre l'anticlinal de Port-Naye et le dôme de la Mort Anglaise et dont les côtés latéraux présentent des contacts anormaux.

Le massif considéré que nous appellerons *Penfrat-Kerloch'* forme deux plis anticlinaux.

au N. Penfrat-le-Restou, au S. la Tavelle-Kerloch'.

Le synclinal qui sépare ces deux anticlinaux contient une partie de l'assise des Schistes d'Angers S², pincée dans les grès. Cette assise pousse des ramifications entre la Tavelle et Portzguen jusqu'aux falaises du rivage et plus au S. par le défilé de

Kerloch sur le revers S. du mamelon 61. Ces détails ne figurent pas sur les cartes géologiques.

Les lits de Grès armoricain de la pointe de Portzguen ont une direction de 40° avec pendage de 55° au SE. Cette direction de 40° est supérieure de 20° à celle des grès de la pointe de la Tavelle et inférieure également de 20° à celle des grès du mamelon 61. Donc, sur le bord S., l'angle de la direction des grès du plateau Penfrat-Kerloch va en augmentant dans le sens de l'W. à l'E., c'est-à-dire en se rapprochant du centre de la presqu'île de Crozon où tous les anticlinaux de même nature ont une direction constante de 60° . Ces changements de direction sont la loi dans les nappes.

En définitive, la disposition des plis anticlinaux, de même que la direction irrégulière des lits de roches, indiquent que des pressions considérables se sont exercées aussi bien de l'E. vers l'W. que du S. vers le N. Ces dispositions montrent que la nappe a pu se modeler au point de vue de ses reliefs sur un substratum bossué, plissé, ou bien encore qu'elle a pu, elle-même, être ondulée sous l'action de poussées postérieures à son charriage.

7° RIVAGE DU NORD DE LA RÉGION DE CAMARET. — L'examen de la falaise qui, de la pointe du Toulinguet, s'étend vers la Mort-Anglaise sur le bord septentrional de la région de Camaret, donne lieu aux constatations suivantes :

La falaise N. de la pointe du Toulinguet, taillée dans le sens des plans de stratification du Grès armoricain, se compose d'immenses plaques rocheuses inclinées de 50° . Non loin du bord, derrière la petite caserne du Fort, on remarque une couche de galets de 10 à 15 cm. d'épaisseur, interstratifiée dans le grès. Ces galets, dont la grosseur varie de 2 à 15 cm., tranchent en noir sur le blanc de la roche. Examinés en plaques minces, ils sont constitués par des grains de silice cimentés par de la silice souillée par de l'argile et de l'oxyde de fer. Nous retrouverons des galets identiques à la Mort Anglaise, falaise située à l'E. de Camaret ; nous aurons l'occasion de revenir sur ce fait important.

La falaise de l'anse de Port-Naye de 15 mètres de haut est constituée par les schistes précambriens X, qui ne présentent rien de particulier ; il en est de même de la grande falaise de la pointe du Grand-Gouin, qui donne cependant un profil remarquable de la colline de Lagatjar.

Le rivage de l'anse de Camaret, quoique encombré de constructions, permet d'apercevoir l'extrémité N. de toutes les

couches que nous avons reconnues autour de l'anse de Pen-Hir ; ce sont : les Schistes d'Angers S^3 , qui apparaissent au Courijou, près de la pointe du Grand-Gouin ; les Grès de Saint-Germain S^3 , qui forment la petite falaise rocheuse de Notic au fond du port de Camaret ; les schistes du Gothlandien S^4 , qui apparaissent sur les bords du ruisseau à l'E. du port ; enfin, le Dévonien d', qui s'étend depuis la sortie de Camaret jusqu'au ruisseau qui coupe la falaise entre le port et la Mort-Anglaise.

Il est à remarquer que les sédiments composés de schistes tendres et friables comme S^2 et S^4 , sont creusés par des thalwegs, tandis que les grès durs et compacts, comme S^1 et S^3 , correspondent aux éminences.

La MORT-ANGLAISE est la haute falaise de Grès armoricain située à l'E. de l'anse de Camaret. Cette falaise est rompue en son milieu par un épanchement de diabase qui a déplacé les deux tronçons. Ceux-ci ne peuvent, en conséquence, donner une indication précise sur la position primordiale de la falaise. La pointe de Sainte-Barbe qui, au contraire, prolonge dans la mer l'extrémité N. de la falaise à laquelle elle est rattachée par des lits de grès ployés, nous donne la direction primitive du massif. Cette direction est justement identique à celle des rochers de la pointe du Toulinguet ; de plus, l'on trouve dans les bancs supérieurs de la Mort-Anglaise le lit de galets dont nous avons signalé la présence dans les roches situées au N. de la petite caserne du Fort. Ces constatations permettent d'établir que la falaise de la Mort-Anglaise appartient à la même assise que celle du Toulinguet ; sur ce point, elle aurait été ramenée au jour par un bombement.

Enfin, le plateau de Grès armoricain Penfrat-Kerloch', dont le bord septentrional est peu distant de la Mort-Anglaise, délimite, vers le NE., une série de plis synclinaux et anticlinaux dont les déchirures superficielles amènent les contacts anormaux que l'on y constate.

CONCLUSION. — Si nous condensons toutes les observations que nous venons de faire au cours de la présente étude, il devient relativement facile d'expliquer les phénomènes orogéniques qui ont donné à la région de Camaret son aspect actuel.

Les sédiments paléozoïques déposés dans le bassin intérieur breton, qui était limité au N. par le massif granitique du Léon et au S. par celui de Cornouaille, ont été affectés par le plissement hercynien qui a été un paroxysme, ayant donné à la Bre-

tagne son aspect définitif. Les terrains de la presqu'île ont été plissés à 60° , c'est-à-dire parallèlement à la bordure S. du Léon (rivage N. de la rade de Brest et vallée de l'Elorn).

C'est, sans doute, ce plissement qui a donné naissance à l'anticlinal de Port-Naye. L'assise de Grès armoricain, peu élastique, s'est rompue à hauteur de cet anticlinal. La cassure s'étendait

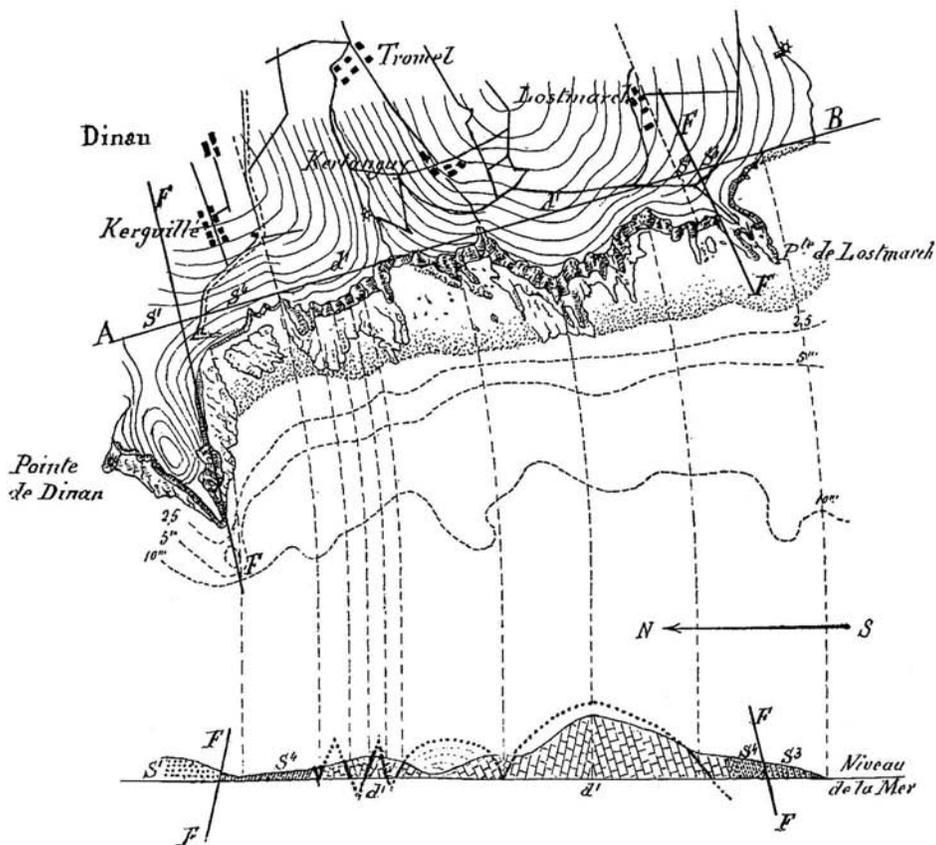


FIG. 5. — Carte de la RÉGION DE DINAN et coupe suivant AB. — 1/30000.
Même légende.

suivant une ligne jalonnée par la Mort-Anglaise, Pointe du Toulinguet, îlots et récifs au S. de l'Iroise et chaussée de la Vandrée. D'autre part, si l'on tient compte de la faille, presque parallèle à la cassure, qui s'étend de la pointe de Dinan à l'anse de Mor-

gat, en limitant au N. une zone d'effondrement ¹, on en conclut que les portions de sédiments paléozoïques enclavées entre ces deux failles se sont trouvées sur les bords de la nappe et, dans ces conditions, au lieu de progresser avec la nappe en un tout compact, elles ont pu, à cause du jeu existant entre les compartiments, effectuer un déplacement angulaire qui les a portées en travers sur l'anticlinal de Port-Naye.

En résumé, il existe deux nappes ou deux débris de nappes de charriage dans la région de Camaret : une première nappe, qui, après avoir effectué un déplacement angulaire, a été portée entre la pointe du Toulinguet et le massif de la Tavelle ; une seconde nappe qui, constituée par le massif de la Tavelle, s'est avancée dans la dépression comprise entre l'anticlinal de Port-Naye et le dôme de la Mort-Anglaise sous l'influence d'un mouvement de translation venu du SE. (Crozon). Le mouvement de la première nappe a été subordonné à celui de la seconde.

Ces dispositions confirment l'opinion de M. Jules Bergeron qui estime que l'allure du Paléozoïque de la presqu'île de Crozon est celle d'une nappe avec des déchirures, des chevauchements de débris de nappes ayant évolué sur le substratum précambrien.

En définitive, la théorie si séduisante des nappes de charriage appliquée à la région de Camaret permet d'expliquer, sans fiction, sa contexture compliquée, qui, jusqu'à présent, avait défié toute interprétation basée sur les errements anciens.

M. J. Bergeron relève dans la communication de M. Azéma trois points qui lui paraissent particulièrement intéressants. Ce sont d'abord deux corrections à introduire dans la coupe donnée par lui de la

1. La partie des falaises qui s'étend de la pointe de Dinan (Grès armoricain) à la pointe de Lostmarch (Gothlandien) appartient à un lambeau de l'assise dévonienne reposant sur le Gothlandien.

A la pointe de Dinan, une faille sépare le Gothlandien d'une étroite bande de Grès armoricain dans laquelle des fragments de l'ordovicien moyen sont restés engagés. Il n'est pas douteux que le Grès armoricain, qui a même direction et même pendage que celui du massif de la pointe de la Tavelle, se soudait à ce dernier par-dessus l'anse de Dinan.

A la pointe de Lostmarch une seconde faille sépare le Gothlandien de l'Ordovicien supérieur.

L'assise dévonienne comprend le Gédinnien (schistes et quartzites de Plougastel) et une portion du Taunusien (grès de Gahard) caractérisée par un banc de grès blanc de 10 à 20 m. d'épaisseur riche en Orthocères.

L'étude du plissement de cette partie du rivage, qui se dessine par la trace blanchâtre du grès sur la couleur sombre des roches encaissantes, est pleine d'intérêt, car elle montre l'énergie des forces qui ont plissé ces assises au milieu desquelles le Dévonien s'est effondré.

L'examen du plan et de la coupe de la figure 5 dispense de toute description.

falaise s'étendant de la pointe de Pen Hir à la pointe de la Tavelle ¹. Là où le Gothlandien est renversé sous la nappe des Grès armoricains de la Tavelle, existent des bancs calcaires dévoniens, également renversés, signalés déjà par M. Barrois, mais qu'il n'avait pas figurés. En second lieu dans la nappe de Grès armoricains de la Tavelle, il y a entre les deux failles qu'il a désignées sous les noms de faille Nord et faille Sud, un complexe de feuilletés gréseux et schisteux dont M. Azéma, a bien établi l'âge silurien et non dévonien.

Le troisième point est de beaucoup le plus important. M. Azéma qui avait combattu ² l'existence de la nappe de la Tavelle, l'admet complètement maintenant, à la suite d'une excursion faite ensemble à l'automne dernier.

Pour M. J. Bergeron, comme pour M. Azéma, les assises siluriennes de Lagatjar et de la Mort-Anglaise appartiennent à une même bande, mais celle-ci serait affectée de deux anticlinaux entre lesquels il y aurait eu une dépression occupée par la nappe de la Tavelle correspondant au plateau de Restou et de Kerloch. Sur les cartes géologiques, ce plateau est circonscrit vers le N. par des tracés de failles qui indiquent en réalité des contacts anormaux, comme sont ceux des nappes avec les terrains qui les entourent.

1. J. BERGERON. Sur l'existence probable de nappes de charriage en Bretagne. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 16, fig. 1.

2. AZÉMA. Note sur la tectonique de la pointe occidentale du Finistère. *B. Soc. Sc. nat. de l'Ouest de la France*, (2), IX, 1909, p. 166.

Séance du 2 mai 1910

PRÉSIDENTENCE DE M. D. CEHLERT, VICE-PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président communique une lettre de M. le chanoine Almera annonçant la mort de notre confrère M. l'abbé N. FONT Y SAGUÈ.

Le Président proclame membre de la Société .

M. **Mansard**, à Paris, présenté par MM. A. Stuer et A. Lacroix.

Deux présentations nouvelles sont annoncées.

Le Président fait connaître qu'au nombre des prix qui ont été décernés par la *Société de Géographie* dans son Assemblée générale du 22 avril dernier figurent les récompenses suivantes, attribuées à des membres de la *Société géologique de France*.

Prix *Herbet-Fournet* (6 000 fr. et médaille d'or), à M. LOUIS GENTIL, pour ses explorations au Maroc (1904-1909). — Prix *Pierre-Félix Fournier* (1 300 fr. et médaille spéciale), à M. EMM. DE MARTONNE, pour son « *Traité de Géographie physique* ». — Prix *Francis Garnier* (médaille de vermeil), à M. le capitaine G. ZEIL pour ses explorations aux frontières de la Chine. — Prix *William Huber* (médaille d'argent), à M. J. RÉVIL, pour ses études sur les Alpes françaises.

En outre, le Prix *Conrad Malte-Brun* (médaille d'or) a été décerné à M. Bailey Willis, pour ses travaux sur la géologie de la Chine; le Prix *Jules Girard* (médaille d'or), à M. Léon Collet pour ses travaux sur les dépôts marins; le Prix *Auguste Logerot* (médaille d'or), à M. le Dr Legendre pour ses explorations dans l'Ouest de la Chine et le Prix *Jomard* (Monuments de la Géographie), à M. Raymond Weill pour son ouvrage : « *La presqu'île du Sinaï* ».

M. **Em. Haug** offre le deuxième fascicule du tome II de son « *Traité de Géologie* ».

Ce volume de 468 p. avec 110 fig. ou cartes dans le texte comprend la suite de l'étude des Périodes géologiques : le Jurassique et le Crétacé. Une bibliographie copieuse complète ces deux chapitres. Enfin, l'éditeur Armand Colin a, comme pour les fascicules précédents, fait reproduire d'une façon remarquable 20 planches hors texte.

M. **O. Couffon** offre un tiré à part de sa note : *Guide du géologue en Anjou. I, Chalonnnes, Saint-Aubin-de-Luigné, Montjean, Saint-Pierre-Montlimart* (*Bull. Soc. Natural. parisiens*, 1908, V), 39 p., 3 pl., 29 fig., dans le texte.

Dans cette note l'auteur donne les programmes des journées d'excursion aux environs de Chalonnnes, indiquant les points particulièrement intéressants tant au point de vue tectonique que paléontologique et industriel. L'étude de chaque gisement paléontologique comporte, outre l'indication du point fossilifère, une liste complète de la faune rencontrée jusqu'à ce jour.

M. O. Couffon attire l'attention des membres présents sur le 1^{er} fascicule de la 3^e série de *Palaeontologia Universalis* (58 fiches, 31 planches, 27 textes) dû à la collaboration qu'ont bien voulu lui apporter MM. Paul Lemoine, Chelot, Robert Douvillé, Depéret et Roman, Sacco et surtout M. Jean Boussac.

M. L. Cayeux offre de la part de l'auteur le mémoire suivant : **E. Fleury** : Le Sidérolithique suisse. Contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments (*Mém. Soc. Frib. Sc. Nat., Géol. et Géogr.*, v. VI, 260 p., 1909).

L'étude de cette formation embrasse celle de tous les phénomènes d'altération superficielle et des dépôts de nature très variée, ferrugineux ou non, qui en sont le résultat.

M. Fleury décrit le Sidérolithique suisse, envisagé successivement au point de vue géographique, lithologique, stratigraphique et paléontologique ; puis il expose les nombreuses hypothèses émises sur l'origine de ce terrain et ses vues personnelles sur la question. Il distingue deux phases dans la genèse du Sidérolithique proprement dit : la première, qui n'est autre que l'élaboration des matériaux du Sidérolithique, se résume en une « latérisation des roches calcaires », la seconde consiste en une transformation de la latérite primitive qui prend peu à peu les caractères du Sidérolithique actuel. M. Fleury donne à sa théorie de la sidérolification le caractère d'une hypothèse, appuyée sur des faits d'observation et d'expérience, que des recherches complémentaires préciseront et corrigeront s'il y a lieu.

Marius Filliozat. — *Le Turonien de Villedieu.*

Le calcaire dur de La Ribochère, qui forme la base de la craie de Villedieu, repose sur une craie sableuse, jaunâtre, à nombreux moules de *Calianassa* et de Pélécy-podes, dont la faune diffère un peu de l'assise à *Terebratulina Bourgeoisii*, avec laquelle elle a été confondue.

Elle renferme pourtant des espèces qui lui sont propres : *Onychocella meandrina* d'ORB., *O. Dorylas* d'ORB.^{1.}, *Baculites* sp., *Pycinaster* sp.^{2.}

1. Ici la forme zoariale se rapproche beaucoup de celle de *Onychocella acasta*.

2. Les plaquettes marginales de cette espèce, qui sera décrite ultérieurement, sont fortement aplaties à la partie supérieure de leurs facettes articulaires.

C'est cette assise qui, près de Tours, à Fondettes, au confluent de la Loire et de la Choisille, forme la berge encore visible, perpendiculaire au pont de la Motte, ainsi que la base de la colline, qui, en face, à quelques mètres de là, sur la route de Tours à Langeais, domine la vallée.

A Château-du-Loir, dans le ravin de Goulard, cette même assise recouvre une craie micacée, glauconieuse, à *Exogyra columba* var. *gigas*, moules de grosses Turritelles, qui, elle-même, repose sur une craie grisâtre, sableuse, à nombreux rognons de silex diversiformes, renfermant *Membranipora janieresensis*, et dont la partie supérieure est remplie d'*Exogyra turonensis*.

Cette dernière assise constitue, près de Sougé, au lieu dit Saint-Amador, la partie supérieure du coteau. On la voit recouvrir, un peu plus loin, à La Billette, la craie très fossilifère à *Terebratulina Bourgeoisii*.

L. Carez. — *Résumé de la Géologie des Pyrénées*¹.

M. L. Carez expose le résumé de la géologie des Pyrénées françaises d'après ses travaux personnels et ceux de tous les géologues qui ont étudié cette région.

Il fait connaître la composition, la nature des sédiments et l'étendue géographique pour chacun des terrains qui se montrent soit dans les Pyrénées, soit dans la zone sous-pyrénéenne. Il s'occupe ensuite de la structure, notamment des plis (direction et âge), des failles, des chevauchements et charriages, des transgressions et discordances. Il insiste sur ce fait que si les chevauchements et renversements se portent généralement de l'axe de la chaîne vers la plaine, il en existe aussi d'incontestables en sens inverse ; il déclare également que les chevauchements sont extrêmement fréquents, mais qu'il n'y a pas de grands charriages ayant cheminé sur une étendue horizontale considérable.

Il donne ensuite un aperçu de l'étendue des mers aux diverses époques géologiques et termine par l'histoire géologique de la chaîne.

M. Léon Bertrand aurait à formuler de nombreuses observations, relatives aux conclusions stratigraphiques et tectoniques de la synthèse pyrénéenne que vient d'esquisser M. Carez. Mais, pour beaucoup d'entre elles, il ne ferait que répéter ce qu'il a dit dans ses publications antérieures, et il prépare lui-même un essai de coordination de même ordre, qui mettra en lumière les divergences de ses interprétations et

1. Une note détaillée sera insérée ultérieurement.

de celles de M. Carez. Il se réserve, toutefois, de développer les observations qu'il jugera nécessaires, lorsque la communication de M. Carez sera imprimée et qu'il pourra alors faire allusion à un texte précis et définitif; d'autre part, il attendra, pour défendre ses propres conclusions, que M. Carez les ait combattues dans la communication qu'il vient d'annoncer pour une prochaine séance.

M. L. Carez prend acte de ce que vient de dire M. L. Bertrand au sujet de la direction variable des chevauchements et renversements sur un même versant de la chaîne. Cette adhésion à une manière de voir contraire à celle qui est professée par de nombreux géologues rendra plus facile la tâche de M. Carez, lorsqu'il s'efforcera de démontrer dans une prochaine communication la non-existence de certains charriages.

M. E. de Martonne ne croit pas que les géographes puissent maintenant admettre que les plissements des Pyrénées attribués à l'Éocène par M. Carez représentent les derniers mouvements du sol auxquels cette chaîne doit sa configuration actuelle. Il n'est pas concevable qu'une chaîne de plissement éocène ait conservé jusqu'à présent des reliefs de 2 000 à 3 000 m. ; l'érosion aurait dû les aplanir, à moins que des mouvements du sol ultérieurs n'aient rajeuni le relief. M. E. de Martonne serait heureux de savoir si la connaissance approfondie des Pyrénées que possède M. Carez lui permettrait de donner des indices de pareils mouvements. Quant à lui, les faits morphologiques qui lui sont connus dans les Pyrénées centrales et orientales lui font concevoir des mouvements du sol assez récents comme très vraisemblables. Il n'est pas rare en effet de trouver dans les Pyrénées jusqu'à des altitudes très grandes des surfaces d'érosion anciennes, sans rapport avec la tectonique, comparables aux anciens niveaux d'érosion qu'il a révélés dans les Karpates. Ces surfaces séniles sont découpées par des vallées jeunes. On ne peut guère s'expliquer cette disposition que par des mouvements postérieurs au plissement éocène, mouvements qui ont pu être des mouvements d'ensemble, bombements et gauchissements, peut-être avec plis ou failles marginales. M. E. de Martonne est persuadé que lorsqu'on entreprendra l'étude morphologique détaillée des Pyrénées orientales on sera amené à une conception qui ne différera probablement pas beaucoup de celle-là. Il serait intéressant de savoir si la géologie peut dès à présent apporter quelques faits à l'appui de cette hypothèse.

M. Carez répond que l'absence de plissements ou même de mouvements d'ensemble de quelque importance pendant les temps miocènes ou pliocènes paraît bien démontrée par l'allure régulière et l'horizontalité des couches postérieures au Ludien-Sannoisien aux abords des Pyrénées.

Il y a eu toutefois un mouvement d'exhaussement post-miocène du côté de l'Atlantique, post-pliocène du côté de la Méditerranée, puisque l'on trouve des dépôts marins de ces âges à une petite distance des côtes actuelles; mais ces mouvements d'ensemble n'ont eu qu'une

faible amplitude (quelques dizaines de mètres au plus) et n'ont causé ni plissements, ni dislocations.

O. Mengel¹. — En réponse aux questions posées ci-dessus par M. E. de Martonne, je crois devoir rappeler tout d'abord que dès janvier 1907, dans une note intitulée « Essai sur le creusement des vallées de la Tet et du Tech. » (48^e Bull. Soc. Agr. Sc. et Litt. des Pyr. Orientales) j'appelais l'attention, pour la première fois, je crois, sur les traces de divers stades d'érosion qu'offre le profil des vallées de la Tet et du Tech. Je distinguais alors deux *paliers*, que je considérais comme les indices de deux phases principales d'érosion, corrélatives d'abaissements successifs du niveau de base.

J'ai retrouvé, depuis lors, les mêmes paliers sur le revers méridional des Pyrénées, dans la région de Ribas notamment, où le phénomène est des plus nets. De plus dans une note en cours de publication : *Tour d'horizon géologique sur les environs de Banyuls-sur-Mer*, je mentionne quelques captures d'anciennes vallées : par exemple celle de la vallée éteinte de Tortella-Beudá par la vallée actuelle de Besalú avec palier de cailloutis intermédiaire ; celle de la partie supérieure de la vallée de Raimbeau par la vallée des Abeilles. Et je considère ces divers phénomènes comme liés à des mouvements d'ensemble du sol, accompagnés peut-être de bossellements partiels qui auraient, localement, donné lieu à quelques discordances dans la stratification des dépôts post-éocènes.

Ces manifestations sont assez fréquentes dans l'ancien golfe pliocène du Roussillon. C'est ainsi que dans la tranchée du tunnel de Bouleternère on peut voir une assez grande épaisseur d'alluvions caillouteuses quaternaires horizontales reposer en discordance complète sur des limons sableux pliocènes inclinés vers l'Est de 30° environ. La nature des dépôts, aussi bien que la régularité d'épaisseur et le plongement des strates dénotent une sédimentation originelle horizontale plutôt que torrentielle. Je rappellerai aussi le plongement quasi-paradoxal des cailloux pliocènes ou pléistocènes de la Cerdagne (Osséja) vers l'extérieur du bassin. Je me propose d'ailleurs de revenir ultérieurement sur ces questions intéressantes.

1. Obs. présentées par M. Léon BERTRAND à la séance du 23 mai 1910.

LES FILONS D'OR ET LES ROCHES ÉRUPTIVES DE LA RÉGION D'ANDAVAKOERA A MADAGASCAR

PAR **L. De Launay**¹.

Deux ingénieurs récemment revenus de Madagascar, MM. Bordeaux et Callens, ont bien voulu me communiquer les échantillons de roches et de minerais recueillis au cours de leurs missions dans la région d'Andavakoera et les accompagner de renseignements sur leur provenance. L'examen de ces échantillons me paraît conduire à quelques conclusions intéressantes sur la formation des filons aurifères. Bien qu'il soit très délicat de donner une appréciation métallogénique sur un gisement que l'on n'a pas visité soi-même, et surtout quand ce gisement, comme dans le cas présent, est encore uniquement connu à ses affleurements, je crois pouvoir (en restant, bien entendu, sur le terrain strictement scientifique) conclure d'observations qui ne sont pas toujours concordantes, un certain nombre de faits précis, dont l'exposé sera fait brièvement ici. D'une façon générale, les roches dont il va être question m'ont été toutes remises par M. Bordeaux. Les échantillons de quartz aurifères proviennent : les uns de M. Bordeaux qui a fait une étude plus générale de l'ensemble du pays ; les autres de M. Callens qui a porté une attention très minutieuse et prolongée sur quelques points particuliers.

En ce qui concerne la géologie générale de la région considérée, nous possédons, dans les belles études géologiques de M. Paul Lemoine sur le Nord de Madagascar, un document très précieux, que complètent, d'une façon magistrale, pour la pétrographie d'une région voisine, les mémoires de M. A. Lacroix sur la province d'Ampasindava. M. Henri Douvillé, dans une communication récente, a annoncé en outre la découverte si importante du Trias fossilifère. Les renseignements que je possède permettent d'ajouter à ces travaux quelques détails nouveaux.

1. Note présentée à la séance du 21 février 1910.

GÉOLOGIE DE LA RÉGION. — On sait qu'il existe, vers Andava-koera, à une centaine de kilomètres au Sud de Diego-Suarez, une zone oblique NE.-SW. de sédiments comprenant du Jurassique inférieur, du Lias, et, d'après la dernière communication de M. H. Douvillé, du Trias, qui se prolonge au SW. vers Ampasindava. Cette zone repose, vers le Sud, en discordance, sur des micaschistes et gneiss et plonge en moyenne vers le Nord. Elle est recoupée par un certain nombre d'accidents et de failles, en rapport avec lesquels sont des roches éruptives, des filons métallifères et de nombreuses sources thermales. C'est assez loin au SW. dans la région d'Ampasindava et de Nosy-Bé que se trouve la remarquable province pétrographique de roches alcalines étudiée par M. A. Lacroix ; mais M. P. Lemoine avait déjà reconnu et signalé, dans la vallée de la Loky, entre Ambodibonare et Ambarata, des roches du même genre¹. Dans l'intervalle, les échantillons de M. Bordeaux montrent l'extension d'une série pétrographique analogue, dont nous aurons à chercher la relation avec les gisements aurifères.

Le croquis de carte très schématique (fig. 1), que m'a remis M. Bordeaux et dans lequel il ne faut chercher aucune précision géologique, montre les relations de positions de ces divers éléments stratigraphiques et pétrographiques. Si nous laissons de côté les falaises du Nord à terrains plus récents (falaise jurassique d'Andrafiamène, puis falaise d'Andava-koera) qui n'intéressent pas notre étude actuelle, on a, d'abord, dans le Nord, une grande dépression, fréquemment marécageuse, allongée dans le sens NE.-SW., où coulent, d'une part la rivière Loky vers l'Est, de l'autre la Manandjeb vers l'Ouest. Cette dépression est occupée par les sédiments gréseux et schisteux du Lias et du Trias fossilifère, mis en contacts anormaux par des accidents dont l'étude détaillée reste à faire. Certains de ces grès, formés par la destruction immédiate des roches cristallophylliennes voisines, sont très micacés. L'ensemble a bien les caractères d'une érosion littorale. Puis vient, au Sud, le massif de schistes micacés et mica-schistes, avec schistes cristallins, amphibolites (souvent grenatifères), schistes à glaucophane, gneiss, etc. traversé par des pegmatites à tourmaline, des granites et quelques microgranulites que les prospecteurs prennent souvent pour des quartz aurifères. Ce massif s'étend sensiblement plus loin au SW. vers Ambakirane que ne l'accuse la belle carte de M. P. Lemoine.

Comment se fait le contact des sédiments triasiques et des ter-

1. *Loc. cit.*, p. 165.

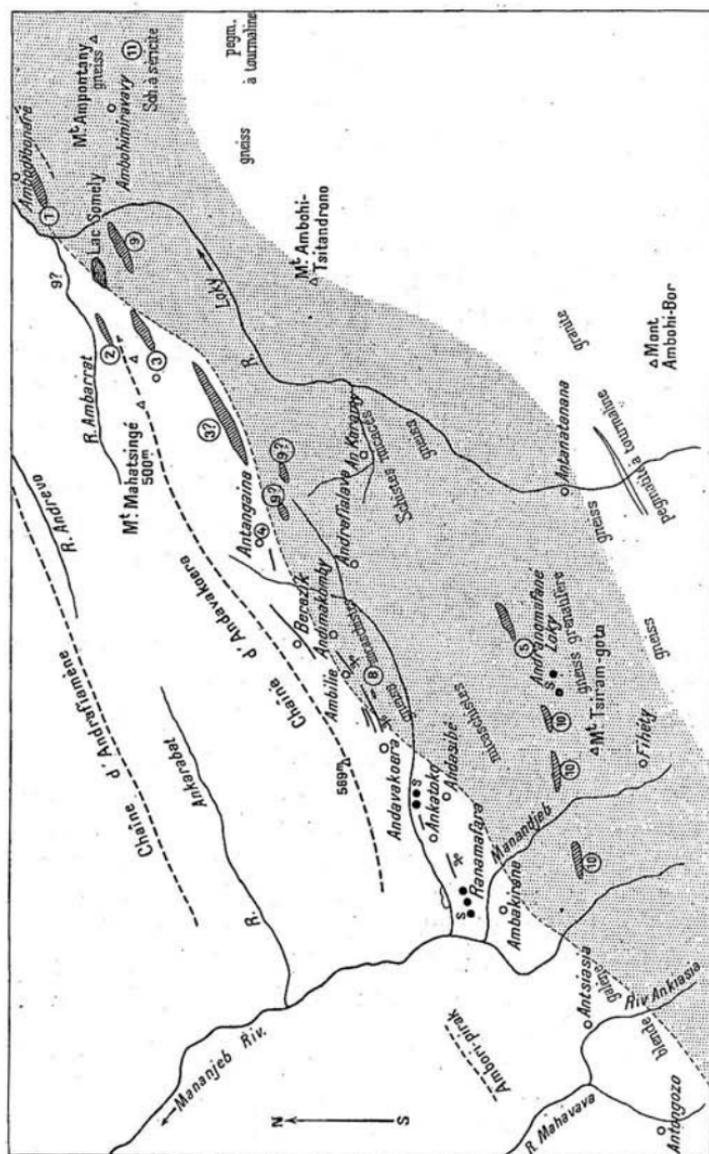


FIG. 1. — Carte schématique de la RÉGION D'ANDAVAKOERA. — 1/600 000.
 Les filons d'or sont indiqués par des traits noirs; S. Sources thermales; 1 et 4, Monzonite passant à la microessxite; 2, Phonolithe néphélinique; 3, Tephrite à amphibole; 5, Basalte; 6, Quartz vert-prase; 7, Syénite à pyroxène; 8, Tephrite?; 9, Trachyte genre bostonite; 10, Diabase ophitique à olivine; 11, Microessxite à barkéviciite. — Les ? correspondent aux assimilations faites sur le terrain par M. Bordeaux.

rains cristallophylliens? M. Bordeaux croit à un effondrement. Le rôle des accidents verticaux semble, en effet, incontestable dans la région; mais il est à remarquer que, parmi ces accidents, le mieux étudié, celui sur lequel se trouve la riche zone aurifère d'Andavakoera, passe obliquement du Trias dans le Cristallophylien au lieu de suivre leur contact et prend même son maximum de richesse en or au voisinage de l'intersection. Il en est de

même des traînées de roches éruptives que l'on trouve dans l'un comme dans l'autre système. Nous ne voyons donc pas, dans ce qui nous a été communiqué, les preuves d'un effondrement mettant ces deux groupes de terrains en contact ; mais nous sommes beaucoup plus disposé à admettre des dislocations, obliques sur leur contact superficiel, ayant affecté à la fois les uns et les autres. On peut expliquer de cette manière le fait signalé par M. Bordeaux, de témoins argileux froissés et laminés, qu'il a retrouvés sur les sommets de micaschistes et qui, pour lui, sont la preuve certaine d'un effondrement.

Ce système de dislocations est certainement complexe et se compose, non pas d'une fracture unique, mais d'un système de fissures parallèles, qui prennent une allure simple dans les terrains cristallins et s'éparpillent en faisceaux ou stockwerks, comme cela arrive toujours, dans les sédiments gréseux et schisteux. On a, d'après M. Bordeaux, des fractures, tantôt rectilignes, tantôt sinueuses, avec rejets successifs. Cette remarque peut présenter de l'intérêt, étant donné la riche minéralisation d'une de ces fissures, dont on peut espérer rencontrer l'équivalent dans quelque fissure parallèle ; mais il ne faut pas se hâter d'en conclure la possibilité de trouver de l'or dans toutes les veines quartzzeuses de la région, qui ont suscité des enthousiasmes absolument injustifiés, et dont la plupart ont, en réalité, un remplissage tout différent.

Le long des fractures principales, qui sont dirigées NE., nous rencontrons trois groupes de phénomènes : roches éruptives, filons métallifères, tantôt auro-argentifères, tantôt plombifères ou zincifères, et sources thermales. On peut d'abord remarquer, au Nord, comme nous allons le dire, d'Ambodibonara à Andavakoera, sur la principale traînée aurifère, une série de dykes éruptifs présentant des roches alcalines de la famille des syénites néphéliniques, à types microgrenus, ophitiques et microlithiques. Vers le Sud, à Andranomafane et au mont Tsiram-goto, une autre traînée de roches différentes est caractérisée par l'association du labrador et de l'olivine. Les quartz qui l'accompagnent ne sont pas aurifères. Les petites venues d'or qu'on a signalées de ce côté sont toutes différentes des premières et semblent rentrer dans le type ordinaire de Madagascar. En second lieu, la traînée aurifère riche se trouve à Andimakomby, Andavakoera, etc..., vers le contact du gneiss et du Trias qui paraît superposé à ce gneiss, à cheval sur les deux formations, offrant, au moins en apparence, une relation de position avec les roches à néphéline qui vont être examinées. Enfin des séries de sources thermales suivent les deux alignements de roches éruptives et, sans avoir à

mon avis un rapport direct avec les minerais, démontrent pourtant l'existence de fractures persistantes relativement profondes et récentes, ou du moins réouvertes récemment. Nous allons examiner successivement les roches éruptives et les filons aurifères pour chercher la relation des uns avec les autres. Roches éruptives et filons sont ici au moins post-liasiques. M. Lemoine a démontré ailleurs que ces roches étaient post-kimeridiennes. Peut-être pourrait-on les rajeunir beaucoup plus. En tout cas, le type des filons aurifères (comme celui des roches associées) est un type récent, un type superficiel, très différent de ce qui a été trouvé antérieurement à Madagascar, et dont on doit chercher les termes de comparaison dans l'Ouest américain, la Nouvelle-Zélande, etc.

ROCHES ÉRUPTIVES. — Les roches éruptives récentes, que j'ai pu examiner en lames minces et que j'ai essayé de repérer sur le croquis ci-joint d'après les indications de M. Bordeaux, comprennent deux groupes tout à fait distincts. Le premier, caractérisé par la présence accidentelle de la néphéline et par une amphibole noire du groupe de la barkévécite, est formé de roches alcalines sodiques présentant des structures diverses. C'est celui qui constitue la ligne d'affleurement la plus septentrionale et qui a peut-être une relation avec les filons aurifères d'Andavakoera. Le second est, au contraire, caractérisé par la présence de l'olivine et se présente plus au Sud dans la région du Tsiram-Goto et d'Andranomafana. Le contraste entre ces deux roches s'accuse par leur teneur en alcalis. Deux analyses, qui seront données plus loin, indiquent : dans une roche du premier groupe, 11,46 d'alcalis dont 6,56 de soude ; dans une roche du second, 4,66, dont 3,36 de soude. Néanmoins on voit que les secondes marquent encore une prédominance de la soude. Les unes comme les autres sont criblées de pyrite, magnétite et hématite secondaire. Deux groupes de roches analogues, mais dont l'un beaucoup plus sodique, ont déjà été rencontrés simultanément par M. A. Lacroix dans la province plus méridionale qu'il a étudiée. Nos roches du premier groupe sont de la même famille que celles étudiées par M. A. Lacroix, mais s'en distinguent par la rareté de la néphéline. J'indiquerai rapidement les principaux caractères pétrographiques des roches étudiées, en les classant, d'après ces caractères, conformément à la nomenclature adoptée dans le mémoire de M. A. Lacroix.

a) Les types les plus fréquents du groupe sodique sont des roches microgrenues présentant l'association de l'orthose et du plagioclase : des monzonites pouvant passer aux esséxites diabasiques ou micro-

essexites. Elles paraissent former plusieurs traînées au NE. de la carte (1, 4, 11). A l'œil nu, ce sont des roches à grain fin d'un gris parfois rosé, où la pyrite est souvent très visible et où se voient, tantôt de grands cristaux noirs (11), tantôt des grains plus fins (4) de barkévicitite.

Dans le n° 1, on a un agrégat microgrenu d'orthose et de labrador avec biotite. Certains cristaux de plagioclase présentent de belles associations des macles de l'albite et de la periclina.

Dans le n° 4, les éléments sont plus gros et forment un type de transition à l'esséxite proprement dite. Les grands cristaux de barkévicitite, très pléochroïques et souvent maclés, sont enveloppés par un agrégat d'orthose et labrador. Les inclusions d'apatite sont fréquentes dans l'amphibole.

Dans le n° 11, la pâte microgrenue est, au contraire, très distincte des phénocristaux et passe à un type microlithique. Les phénocristaux sont surtout formés de barkévicitite, avec un peu de biotite, d'orthose et de labrador. Dans la pâte, le labrador domine. Les inclusions d'apatite sont nombreuses.

b) Il existe des phonolithes néphéliniques (2) et d'autres roches du même groupe passant, par la prédominance des plagioclases, (3) à des téphrites.

La roche 2, qui présente tous les caractères extérieurs des phonolithes gris, forme des filons de 2 mètres de puissance sur l'éperon du Mont Machatsinjé (Loky). Elle a la structure normale des phonolithes avec une allure très fluidale. Un semis d'augite verte et de sanidine s'y présente dans une pâte microlithique de sanidine, oligoclase, augite et néphéline.

La roche 3, qui forme des filons dans les gneiss et schistes triasiques, au Nord et au Sud du mont Mahebenofo, abonde en cristaux de barkévicitite visibles à l'œil nu. Elle est mélanocrate. Au microscope, on voit la barkévicitite abonder dans les deux temps. Les microlithes dominants sont du labrador, ce qui nous fait rattacher cette roche aux téphrites.

On peut, jusqu'à un certain point, rapprocher des bostonites étudiées par M. Lacroix la roche leucocrate 9 qui, dans la même région, forme un alignement sur la rive gauche de la Loky, près d'Anaborano. Cette roche n'a pas à l'œil nu la blancheur ordinaire des bostonites, mais est d'un ton rosé. Au microscope, elle apparaît formée par un agrégat microgrenu d'orthose et d'anorthose avec grands cristaux de sanidine. Son analyse, faite par M. Pisani, a donné 4,90 de potasse et 6,36 de soude. La chaux fait défaut. Les analyses données par M. A. Lacroix pour

diverses bostonites (*loc. cit.*, p. 55) varient de 3,88 à 5,11 de potasse et de 4,69 à 5,67 de soude. Notre roche serait donc assez sensiblement plus sodique. La présence de l'anorthose la distingue en outre des bostonites.

Enfin nous rattacherons encore hypothétiquement au même groupe la roche 8, qui forme le toit d'un filon quartzifère à Andavakoera. Cette roche grise, transformée en argile à la surface, est malheureusement très altérée comme cela arrive fréquemment le long des filons métallifères. C'est une roche à microlithes d'orthose, d'oligoclase et d'augite décomposée avec un peu de biotite.

c) Le second groupe de roches, localisé dans la région du mont Tsiram-goto et d'Andranomafane, comprend les roches 5 et 10.

La roche 5 est une roche noire à aiguilles blanches de feldspath très visibles à l'œil nu. Au microscope on y voit deux temps extrêmement distincts, avec phénocristaux de labrador présentant des macles de Baveno et d'olivine, microlithes de labrador et d'augite. C'est un beau type de basalte. L'analyse par M. Pisani a donné 1,30 % de potasse et 3,36 de soude.

Enfin la roche 10 de la même région, analogue à la précédente à l'œil nu, présente, avec les mêmes éléments minéralogiques, une structure ophitique qui la ferait rattacher aux diabases ophitiques à olivine très voisines des basaltes. Le labrador y offre les mêmes macles de Baveno.

On peut encore signaler, dans la région de Sambirane, au Sud-Ouest, une syénite à pyroxène et du quartz prase de teinte verte à inclusions de muscovite.

QUARTZ AURIFÈRES. — Les quartz aurifères du groupe d'Andavakoera remplissent des filons minces, qui peuvent cependant atteindre par exception 30 cm. à 50 cm., mais qui, plus généralement, se réduisent à un faisceau de fissures minéralisées ayant 1 à 2 cm. et empâtant des fragments de la roche encaissante, parfois silicifiée. Ces filons sont connus, soit dans les gneiss et micaschistes, soit dans les grès. Les parties riches y semblent disposées par colonnes étroites, légèrement inclinées à l'Ouest; ce sont les « shoots » ordinaires de tous ces quartz aurifères, sur lesquelles s'accusent, plus peut-être encore que les conditions du dépôt primitif, les effets des remises en mouvement, qui ont dû se concentrer sur certains chenaux de prédilection. La forte teneur en argent de l'or natif, qui est au titre de 750, apporte un indice en faveur du rapprochement avec le groupe auro-argentifère à gangue quartzreuse, partout en rapport avec des roches éruptives récentes.

Les quartz très superficiels (ou même les galets roulés de quartz) que l'on a seuls exploités jusqu'ici pour en retirer l'or natif, sont, d'après les échantillons que j'ai vus, très fréquemment cristallisés en aiguilles apposées sur les deux parois des fissures minces et laissant souvent un vide central, avec des interstices dans lesquels on trouve des cristaux d'or dont M. A. Lacroix a commencé l'examen cristallographique. Les quartz les plus riches apparaissent en outre cloisonnés de minces enduits d'or natif, qui tapissent des fissures et sont dus à une remise en mouvement superficielle. Leur caractère de dépôt hydrothermal est incontestable. Ils sont brunis ou roussis par de l'oxyde de fer qui prouve l'existence de la pyrite en profondeur : cette présence de pyrite pouvant être à rapprocher de ce que nous avons dit sur l'abondance du même minéral dans les micro-esséxites. Comme dans la plupart des dépôts nettement hydrothermaux que l'on peut supposer s'être formés à une faible profondeur par un véritable circulation d'eaux chaudes (évidemment chargées ici de soude par les roches voisines), il y a constamment imprégnation latérale dans les grès.

Un fait intéressant à signaler est l'abondance de la barytine stérile sur les affleurements. Cette barytine occupe parfois des alignements ininterrompus de plusieurs kilomètres. J'ai, à diverses reprises, insisté sur la concentration ordinaire de la baryte, qui se manifeste dans les altérations superficielles pour cesser souvent à faible profondeur, et ce n'est pas ici le lieu de reprendre la discussion de cette question délicate. On peut supposer qu'une grande partie de cette baryte a été empruntée aux roches cristallines, qui en contiennent, pour la plupart, des proportions sensibles ; et des analyses portant sur les roches de la région pourraient être intéressantes à cet égard. En tout cas, elle remplit constamment ici les fissures centrales des filons de quartz, accusant ainsi son dépôt postérieur.

Il ne faut pas, d'ailleurs, s'imaginer, comme on l'a fait, que cette baryte annonce la présence de l'or. On la retrouve aussi sur les filons plus méridionaux, et stériles en or, du Tsiram Goto et de Bobandrange.

Outre le quartz, l'or natif très argentifère et la pyrite aurifère, y a-t-il d'autres éléments dans les filons envisagés ? On a fait, à cet égard, une distinction, qui, d'un point de vue industriel, est tout indiquée, mais qui l'est peut-être moins si on se contente d'envisager la métallogénie, entre ces filons riches en or et des filons plombifères, zincifères ou pyriteux que l'on trouve abon-

damment sur la même traînée de fractures en allant vers le Sud-Ouest, près Antsiasia, et dont un équivalent a été signalé par M. Villiaume beaucoup plus loin vers le Sud, mais également dans le Lias, près de Nosy-Bé¹. Nous serions disposé à rapprocher cette galène et cette blende de la pyrite aurifère comme éléments localement concentrés d'une même venue profonde, et l'on trouverait un peu de galène, de blende ou de pyrite cuivreuse en s'enfonçant sur les parties les plus riches en or que nous n'en serions pas surpris.

L'existence de l'anglésite avec des traces d'arséniate de plomb et de carbonate de cuivre sur certains affleurements, qui nous est signalée par M. Callens, en serait un indice et accuserait, en même temps, l'altération superficielle, à laquelle ont été soumises les parties connues des filons. D'autre part, dans la région SW. qui, industriellement, paraît tout à fait inexploitable pour or, mais où on connaît de la galène, il existe accidentellement encore des quartz à or natif dont M. Callens nous a montré des échantillons et qui contribuent à montrer l'unité métallogénique de toute cette venue.

Pratiquement, on connaît, jusqu'ici, une zone aurifère de 15 km. de long, dont 2 surtout ont donné de très brillants résultats dans les concessions Mortages et Grignon. De l'Ouest à l'Est, à Ranamafana, on a trouvé un filon-brèche, ou stockwerk à veines quartzeuses aurifères de 3 à 6 mètres de large dans les argiles bleues et grès violacés du Trias à faible plongement Nord. Puis, à la mine d'Andavakoera, qui a été la plus riche, on a eu, dans le Cristallophyllien gneissique, des filons verticaux particulièrement nets et riches que les travaux indigènes jalonnent sur 7 km. de long. Enfin, à Andimacombi, une lentille de 100 m. de long dans les micaschistes, s'est trouvée, par suite de la latérisation qui l'a mise en relief et de son inclinaison à 60° sur la pente du terrain, affleurer avec une apparence de largeur exagérée : son épaisseur réelle étant de 20 cm. à 60 cm.

RELATION POSSIBLE DE L'OR AVEC LES ROCHES ALCALINES. — En résumé, les filons aurifères d'Andavakoera paraissent, et c'est là leur intérêt théorique, représenter un type tout à fait nouveau à Madagascar, presque nouveau dans l'ensemble des formations aurifères connues. Il est actuellement impossible d'affirmer leur relation d'origine avec les roches alcalines. Cependant le rapprochement des unes et des autres sur un même système de fractures recoupant les mêmes terrains est bien frappant, étant donné d'autre

1. PAUL LEMOINÉ, *loc. cit.*, p. 156.

part le caractère minéralogique des filons qui tend à les faire assimiler avec ceux que l'on trouve, en d'autres régions, associés à des roches éruptives tertiaires. Nous sommes, dès lors, conduits à examiner s'il existe ailleurs des termes de comparaison avec ce genre de gisements et à étudier d'une façon beaucoup plus générale quels sont les types métallogéniques divers ordinairement associés à ce groupe des roches néphéliniques.

Comme analogie de gisement aurifère, nous ne voyons guère qu'un cas pouvant être cité, — et encore l'analogie est-elle bien vague, — c'est celui de Cripple Creek au Colorado, où de très nombreuses et riches veines minces aurifères, caractérisées surtout par l'association du tellurure d'or avec la fluorine, sont de même en relation avec un système de roches à néphéline et de phonolithes. L'analogie, répétons-le, est très imparfaite, puisque nulle trace de fluorine ni de tellure n'a encore été signalée dans les filons d'Andavakoera. Peut-être pourrait-on citer aussi, mais avec plus de restrictions encore, le gisement d'or de Rosslund en Colombie, associé avec des monzonites ou syénites.

Si nous passons à la métallogénie générale des roches à néphéline, on peut tout d'abord considérer les ségrégations relativement fréquentes de ces roches, caractérisées : avant tout, par le développement parallèle du fer et du titane; souvent, par le développement connexe de l'apatite; parfois par la cristallisation du graphite.

En ce qui concerne les minerais de fer et titane, j'ai autrefois étudié, après M. Vogt¹, les cas d'ilménites titanifères et de titanomagnétites développés dans des syénites néphéliniques (Alnö en Suède, Sao Paulo au Brésil, Magnet Cove en Arkansas). On peut, à propos du fer, remarquer qu'il existe très vraisemblablement une série de grands amas ferrugineux associés avec des roches sodiques un peu plus acides, mais néanmoins dépourvues de quartz libre : Gora Blagodot et Vissokaya Gora dans l'Oural; Kirunuvara en Laponie suédoise, etc.². Ces amas ne sont généralement pas titanifères; cependant les albitophyres et syénites, dans lesquels sont encaissés les gîtes de Kirunuvara (roches tenant 6 à 7% de soude et environ 60% de silice) contiennent couramment 1,5% d'acide titanique, titane qui ici n'a pas passé dans le minerai. D'autre part, la concentration du

1. L. DE LAUNAY. Notes sur la théorie des gîtes minéraux. Le rôle du titane. *Ann. des Min.*, janvier 1903, p. 17 et 49.

2. La description de ces gisements sera donnée dans un volume actuellement sous presse, sur les Richesses minérales et la Géologie de l'Asie. Voir pour Kirunuvara : L. DE LAUNAY. L'origine et les caractères des gisements de fer scandinaves, *Ann. des Mines*, juillet 1903.

titane s'est faite constamment dans des roches du même genre sous la forme de sphène abondant (syénite néphélinique de Pouzac (Hautes-Pyrénées), syénite néphélinique du mont Batougó au Sud du Baikal, etc.). A Ampasindava même, M. A. Lacroix a signalé que l'augite était souvent titanifère. Comparés avec des cas de ségrégations analogues des roches plus basiques, ces cas montrent qu'avec l'acidité croissante du magma, une portion du titane a dû s'éliminer ; ils accusent, d'autre part, une certaine analogie métallogénique entre les roches très sodiques mais neutres et les roches plus acides : analogie que nous allons voir se poursuivre dans des cas où l'on met d'ordinaire en avant l'intervention des « minéralisateurs volatils », et où la fluidité purement ignée, communiquée par la soude, accentuée également par ces fondants remarquables que constituent les fluorures, a pu surtout intervenir pour faciliter les séparations.

Nous rappellerons encore que les syénites éléolithiques norvégiennes sont le siège des minéraux rares : gadolinite, cériite, composés d'yttrium, cérium, etc. Enfin, dans le même travail, précédemment cité, sur la théorie des gîtes minéraux, j'ai signalé la présence relativement fréquente du graphite en amas volumineux dans des syénites néphéliniques, où il s'accompagne de sphène : ces gisements semblant explicables, sans emprunt aux terrains encaissants, par des carbures du magma igné, dont on retrouve la trace dans bien des filons de granulite, pegmatite ou quartz.

Jusqu'ici, nous n'avons rencontré, comme minerai métallique proprement dit associé aux roches sodiques, que le fer, dont le polymorphisme et la banalité ne permettent pas d'affirmation précise. Mais, si, au lieu de considérer une ségrégation interne, nous envisageons un départ en fumerolles à partir de ces roches, nous allons voir leurs émanations fréquemment caractérisées par une abondance de fluorures, avec accompagnement de sulfures, au milieu desquels l'or trouve sa place.

Revenons d'abord sur le cas de Cripple Creek. Cette région aurifère, dont on connaît l'énorme richesse, est caractérisée par des phonolithes et basaltes à néphéline, avec lesquels la venue, bien que recoupant des terrains divers, semble en relation nette. On a même eu là de véritables cheminées aurifères de 2 à 9 m. de diamètre à l'intérieur du basalte. Ces minerais, outre l'association caractéristique du tellure d'or et de la fluorine dans le quartz, renferment de la pyrite aurifère, de la galène, de la blende et de la stibine.

On retrouve, au mont Judith, en Montana, la même association de minerais au contact direct de calcaires et de microsyté-

nites passant à des types microlithiques. En ce qui concerne les gisements d'or proprement dits, on peut encore remarquer que l'or d'Andavakoera est remarquablement riche en argent, dont l'or brut de ces filons renferme jusqu'à un quart : ce qui établit un rapport avec le groupe si important des filons quartzeux auro-argentifères, presque partout associés à des roches tertiaires microlithiques au Comstock en Nevada, en Nouvelle-Zélande, en Transylvanie, à Schemnitz, etc.

Enfin, nous trouvons, sans quitter Madagascar, un certain nombre d'observations dues à M. A. Lacroix¹, qui concourent à montrer le développement d'émanations fluorées, avec accompagnement de sulfures métalliques, autour de roches semblables à celles d'Andavakoera. Il a signalé, à ce propos, la production de fluorine dans les terrains métamorphisés au contact et le développement de galène dans les granites à aegyrine, et rapproché ces phénomènes de ceux qui ont marqué les contacts de roches analogues, au mont Saber (Yémen); en Corse; à San Peters Dome (Colorado), où il s'est produit de la cryolite; enfin, dans les contacts classiques de syénites néphéliniques et de calcaires à Magnet Cove et Alnö. Sa conclusion est qu'un métamorphisme exomorphe, caractérisé par un apport abondant d'alcalis, manifeste, en même temps, l'intervention d'émanations fluorées et sulfurées.

A Andavakoera, nous avons vu des filons de quartz auro-argentifères, qui en profondeur, contiendront sans doute de la pyrite avec d'autres éléments jusqu'ici inconnus, géographiquement associés à des roches sodiques; nous trouvons, en outre, dans les mêmes cassures filoniennes, de la galène. Nous pouvons donc, tout en attendant, pour être affirmatif, les résultats de l'exploitation en profondeur, supposer une relation d'origine, qui contribue à classer ces filons aurifères dans un groupe très différent de ce qu'on a vu jusqu'ici à Madagascar: les types ordinaires de Madagascar étant d'ailleurs représentés dans la même région un peu plus au Sud.

1. *Loc. cit.*, pp. 91 et 23.

SUR LE FOISONNEMENT DE L'ANHYDRITE ET
DES GYPSES TRIASIQUES AU TUNNEL DE GENEVREUILLE
HAUTE-SAONE

PAR **Maurice Morin**¹

Genevreuille, petite station de la ligne de Paris à Belfort, à une quarantaine de kilomètres de cette dernière ville, près de Lure, est précédée, du côté Paris, par un souterrain de 600 m. de longueur, creusé à l'origine ainsi qu'à la sortie dans les « Marnes irisées », et dans la partie centrale, sur 409 m., dans les gypses et anhydrites qui forment la base de ces marnes.

Ce souterrain, depuis sa construction, de 1853 à 1858, a été pour la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, un motif perpétuel d'ennuis.

Je donnerai tout d'abord quelques mots d'histoire, pris dans le travail de M. Siégler, ingénieur en chef de la voie à la Compagnie de l'Est², qui vaudront mieux que toute appréciation.

Dans le gypse, roche dure, on s'était contenté de piédroits de 0 m. 50 d'épaisseur, et d'une voûte de 0 m. 80. On ne tarda pas à constater des écrasements de maçonnerie résultant de fortes poussées du gypse. La plate-forme, qui n'avait pas été munie d'un radier, *se soulevait de 0 m. 06 en dix jours*.

En 1859, on fit des drains longitudinaux à 1 m. 80 en contre-bas de la plate-forme, et l'on construisit un radier, ayant de 0 m. 60 à 0 m. 90 à l'axe et de 1 m. 10 à 1 m. 50 sur les bords (je donne ces chiffres pour bien faire remarquer la puissance énorme de la poussée). Il était déjà nécessaire de refaire les piédroits disloqués.

Le radier n'était pas terminé que déjà les piédroits, contrebutés à leur base par le radier et au sommet par la voûte, menaçaient de se rompre en leur milieu sous une énorme poussée. Il fallut se hâter de faire une coupure sur toute la longueur du radier pour permettre à la base des piédroits de se déplacer.

En 1860, on commença l'exécution d'une galerie, à 8 m. en contre-bas du tunnel, dans le but d'assainir le terrain environ-

1. Note présentée à la séance du 21 février 1910.

2. M. SIÉGLER. Travaux de réparation des tunnels ; I. Tunnel de Genevreuille, *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, novembre 1907, p. 3.

nant l'ouvrage. Cette galerie, d'où partent de petites ramifications transversales, a produit une amélioration notable en évacuant les eaux et en ventilant le tunnel. Elle joue de plus le rôle de soupape de sûreté. Les boisages assemblés d'une façon spéciale cèdent sous la poussée et s'écrasent, on redéblaie l'épaisseur de gypse nécessaire pour redonner à la galerie ses dimensions normales et on refait les boisages.

Malgré cette galerie, le gonflement de la roche ne fut qu'atténué, les piédroits continuaient à s'écraser et chaque année, on était obligé d'en reconstruire une partie.

En 1886, on employa un système qui consiste à reculer devant l'avancement du gypse. Les piédroits continus sont remplacés par des piliers et dans le fond des niches produites de cette façon ainsi que derrière les piliers, on bourre de la pierre sèche. On est averti du gonflement par le bombement du fond des niches; on enlève alors la pierre et l'on va donner de l'air derrière les piliers en enlevant une certaine épaisseur de gypse. Nous ne donnerons pas de plus amples détails sur ce système, dû à M. Siégler, si ce n'est que, depuis qu'une partie du souterrain est ainsi construite (1894), on n'a eu que peu de réparations à faire sauf toutefois en 1903, où une forte poussée se produisit dans les marnes à la sortie du souterrain; la cause de cette poussée est d'ailleurs différente de celle traitée ici.

Aujourd'hui, le gypse continue à travailler dans le tunnel, et l'on est quelquefois obligé de retirer de la roche sous la voie parce que celle-ci tend à se soulever.

Quelques échantillons qui me furent d'abord envoyés, étaient pour la plupart très altérés, aussi n'ai-je pu en tirer un grand profit, sauf qu'ils donnèrent à l'analyse 21 % d'eau. Quelques-uns étaient intercalés de filets de marne.

Sur la proposition de M. Siégler, je me rendis sur les lieux en mars 1909, pour examiner sur place le mode de gonflement et les circonstances où il se produisait.

Dans la galerie inférieure, il me fut très facile d'examiner le gypse et je pus me rendre compte que les marnes n'étaient pour rien dans l'augmentation du volume, puisque c'étaient les parties les plus compactes qui travaillaient le plus. En ces points, des madriers étaient littéralement pulvérisés par la poussée. C'est surtout au point d'arrivée de l'eau que le phénomène se produit avec le plus d'intensité. Les couches de gypse, ordinairement horizontales, sont contournées, brisées, redressées, quelquefois même pulvérisées par la pression. Les figures 1 et 2 donnent une faible idée de ces accidents.

La figure 1 a été prise au bout d'une galerie latérale ; la figure 2 représente le toit d'une de ces mêmes galeries dont une partie s'était éboulée, ce qui a permis de prendre un croquis des couches situées au-dessus de celle formant le toit.

Le phénomène du gonflement a dû s'accomplir très vite, puisque les points les plus accidentés sont ceux où les couches sont en contact avec les eaux arrivant du tunnel supérieur dans les galeries latérales, et que ces mêmes assises étaient horizontales lors du creusement de la galerie, d'après de nombreux témoignages.

De ces observations on pouvait conclure que le facteur principal du travail du gypse était l'eau ; il restait à chercher pourquoi.

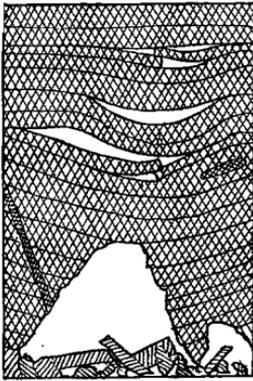


FIG. 1. — Front d'une galerie latérale au point d'arrivée des eaux.

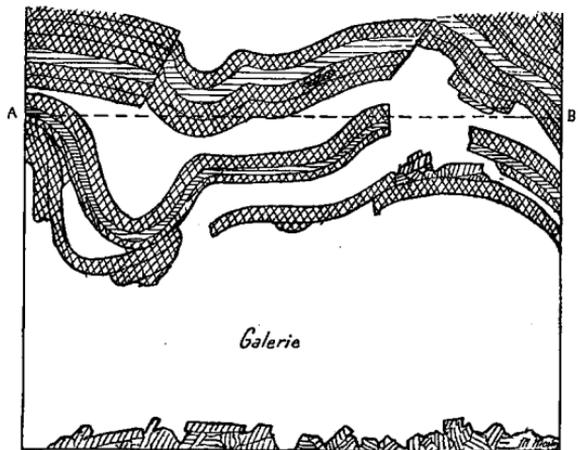


FIG. 2. — Contournements des couches du toit d'une galerie au km. 401.503. Les eaux d'infiltration arrivent sur toute la surface du toit. Les hachures croisées indiquent les nodules et veines d'anhydrite ; AB, ancienne ligne du toit.

Je recueillis à cet effet de nombreux échantillons de gypse complètement gonflé, à l'état intermédiaire et non encore attaqué.

I. — L'analyse du gypse attaqué a donné 21 % d'eau. Son examen microscopique a montré, au milieu de cristaux de gypse enchevêtrés en tous sens par la torsion, des petits fragments de marne et des parties de gypse paraissant amorphe. L'aspect est variable, soit gris avec des cassures en tous sens, soit blanc grisâtre et se pulvérisant entre les doigts. Ce dernier aspect est dû à un écrasement partiel produit par la pression.

II. — Dans le gypse à l'état intermédiaire, c'est-à-dire dont l'attaque est commencée, j'ai trouvé de 8 à 13 % d'eau (11 % en

moyenne). Au microscope, il paraît formé d'un magma de cristaux de gypse et d'anhydrite, de gypse amorphe et quelquefois de marne.

III. — Le gypse intact, dont j'eus beaucoup de mal à me procurer un échantillon, ne donna qu'une très petite quantité d'eau. Examiné au microscope par M. A. Lacroix, il s'est montré formé de veines d'anhydrite intercalées de filets très minces de gypse et quelquefois de filets de marne. Les cristaux d'anhydrite, comme ceux des gypses précédemment décrits, sont très petits.

Une partie de cette roche a été très finement concassée, et abandonnée dans un courant d'eau très faible pendant plusieurs jours. Il est resté comme résidu un dépôt d'une poudre très fine, qui s'est montrée entièrement formée de cristaux microscopiques d'anhydrite. Cette poudre était assez abondante.

La roche intacte est compacte, souvent très dure, sa couleur est grise, avec des veines plus blanches, elle contient souvent des veines ou des nodules d'anhydrite colorés en rose, et dans les fissures, des lamelles de gypse. Ces nodules et ces veines sont, soit compacts, soit en cristaux fibreux.

Indépendamment de ces trois roches examinées, on trouve à Genevreuille tous les intermédiaires entre le gypse compact et la marne pure. Les marnes et le gypse sont ordinairement disposés par couches horizontales ; d'autres fois, ils sont intimement mélangés, sans stratification apparente. J'ai également vu des marnes pétries de petits cristaux, ce qui leur donne un aspect porphyroïde analogue à celui de quelques-unes de nos marnes du gypse des environs de Paris.

La brusquerie du gonflement des couches de Genevreuille ne s'accordait pas très bien avec le peu de facilité d'hydratation de l'anhydrite. Les remarques faites dans la galerie de Genevreuille, m'ont permis d'éclaircir cette question.

En effet, il est facile de remarquer que les parties formées d'anhydrite presque pure (côté Est de la galerie d'écoulement) sont très peu attaquées, même où l'écoulement de l'eau est le plus fort), c'est à peine si l'on remarque quelques fentes à la superficie de la roche. Au contraire, dans les endroits où le gypse est déjà arrivé dans un état intermédiaire, c'est-à-dire quand il contient environ 11 % d'eau, le travail de la roche atteint toute sa puissance.

D'après ces observations, il paraît assez simple d'expliquer la marche du phénomène : les eaux d'infiltrations, assez abondantes malgré la grande épaisseur de marne et d'argile qui recouvre le

gypse, agissant lentement sur l'anhydrite, l'ont amenée progressivement à cet état intermédiaire que nous venons de reconnaître comme point de départ du gonflement brusque. Cette combinaison de l'eau a pu être très longue et a déjà probablement amené un gonflement comme on le démontrera plus loin.

Une fois en cet état, le gypse paraît subir un arrêt dans son hydratation; la cause ne me paraît pas facile à déterminer; il pourrait se faire que la pression des 200 m. de terrain qui surmontent le gypse y fût pour quelque chose.

L'ouverture du tunnel, en grande partie près de la surface du banc de gypse comme on peut le voir sur le profil ci-joint (fig. 3), a eu pour résultat de faire cesser cette pression dans les couches environnantes, et l'augmentation de volume a continué très rapidement par suite de la combinaison d'une nouvelle quantité d'eau. Il en est de même pour la galerie inférieure. L'aug-

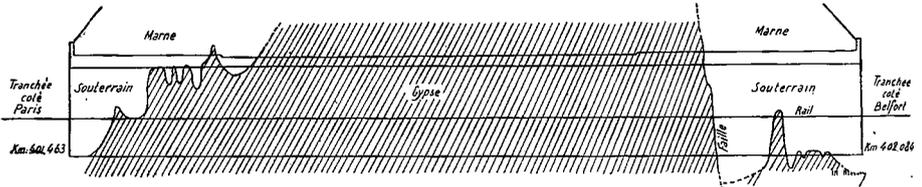


FIG. 3. — Profil du gypse dans le souterrain de Genevrevuille, d'après un document communiqué par la Compagnie de l'Est.

mentation de volume peut atteindre 40 % d'après mes constatations.

On conçoit qu'avec un pareil gonflement les parois du tunnel ne puissent résister; il forme en sorte soupape de sûreté, et le souterrain se reboucherait promptement, si une surveillance continue ne permettait pas d'y remédier à temps.

Une grande amélioration pourrait être amenée, en exécutant à la surface du sol des drainages pour recueillir les eaux pluviales et en captant les sources qui circulent au-dessus de la voûte par des galeries supérieures.

C'est par ce gonflement de l'anhydrite que l'on peut expliquer la stratification en dôme observée au-dessus de quelques lentilles de gypse triasique; stratification qu'on avait cherché à expliquer par des combinaisons chimiques que l'examen de la roche ne permet pas d'admettre.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA FAUNE ET LA FLORE DU CALCAIRE DE BRIE EN SEINE-ET-MARNE

PAR **Maurice Morin**¹.

En 1908, j'ai découvert à Thorigny (Seine-et-Marne), la présence de Vertébrés, dans une marne ligniteuse violacée, assez argileuse et correspondant à la base du *Calcaire de la Brie*². Cette couche est située à 6 m. de profondeur, sous divers bancs de marne, de calcaire et de silex. Les débris de Vertébrés consistent en ossements dont la presque totalité est écrasée et dont on ne pourrait tirer aucun parti, si les dents qui les accompagnent n'étaient pas mieux conservées. En outre des Vertébrés, était également signalée à cette époque, la présence au milieu des blocs de silex situés dans cette marne, ainsi que dans le silex en banc qui la surmonte, de véritables nids de coquilles lacustres d'une conservation parfaite. Parmi les Reptiles, on notait la présence d'une Tortue et d'un Crocodile.

Les Mammifères étaient, à cette époque, représentés par un seul genre, *Entelodon magnum* AYMARD, dont on possédait plusieurs molaires, prémolaires et canines assez bien conservées.

Les coquilles lacustres avaient fourni sept espèces appartenant aux quatre genres *Limnæa*, *Planorbis*, *Nystia* et *Bithinia*.

Après ces découvertes, les fouilles s'étaient trouvées arrêtées par suite de l'épuisement des fonds de recherches provenant d'une subvention accordée par M. Stanislas Meunier, Professeur de Géologie au Muséum.

La subvention qu'a bien voulu m'accorder en 1909 la Société géologique de France, m'a permis de reprendre ces fouilles interrompues.

La récolte a été relativement bonne et a sensiblement élevé le nombre des Vertébrés et Invertébrés connus dans ce gisement.

Sans avoir, dans cette note préliminaire, l'intention de décrire cette faune en détail, la réservant pour des notes spéciales, je

1. Note présentée à la séance du 21 février 1910.

2. P. JONOT et MAURICE MORIN. Indice de la présence de la faune de Ronzon dans le calcaire de Brie à Thorigny (S.-et-M.). *Bull. du Muséum d'Histoire Naturelle*, 1908, n° 1, p. 78.

donnerai cependant une courte description de chacune de ces espèces qui, pour une partie, sont entièrement nouvelles.

Les Vertébrés comprennent quatre Mammifères et deux Reptiles. Les Mammifères présentent un Ruminant, *Gelocus communis* et trois Pachydermes ; *Entelodon magnum*, *Paloplotherium minus* et un Rhinocéridé nouveau ¹.

Gelocus communis AYMARD. — Ce Ruminant est représenté par deux molaires. Les racines manquent comme la plupart du temps, mais la couronne est très bien conservée.

Entelodon magnum AYM. — C'est le fossile dont les restes se sont montrés les plus abondants dans le gisement. Les échantillons paraissent présenter, avec l'espèce type, quelques petites différences. Je n'ai trouvé qu'une molaire, appartenant à la collection de Paléontologie du Muséum, qui soit comparable dans tous ses détails avec la dent correspondante des échantillons du Calcaire de Brie. Je ne crois pas cependant que les différences entre le type et notre fossile soient assez importantes pour amener une distinction spécifique, tout au plus pourra-t-on en faire une variété.

L'*Entelodon* est représenté jusqu'à présent par plusieurs canines dont deux presque entières atteignent 13 cm. de longueur ; un assez grand nombre de prémolaires tant supérieures qu'inférieures et des arrière-molaires qui, moins nombreuses, ne présentent, d'après un examen sommaire, que des molaires supérieures.

Paloplotherium minus AYM. — Nous possédons de cette espèce plusieurs dents, mais deux seules sont bien conservées, dont une arrière-molaire inférieure droite. Les matériaux de cette espèce sont encore en trop petit nombre pour pouvoir donner lieu à une étude fructueuse, mais jusqu'à présent je n'ai pu remarquer aucune différence avec le type de l'espèce.

Enfin le Rhinocéridé trouvé il y a peu de temps est sans conteste la pièce la plus intéressante découverte jusqu'à aujourd'hui. C'est une dentition inférieure presque complète ; il y manque les incisives, une canine et une prémolaire.

Ce Rhinocéridé est caractérisé par sa taille très petite, le peu d'élévation de la couronne de ses dents, et un bourrelet basal très développé.

L'os maxillaire est complètement pourri et je n'ai pu en sau-

1. Le nombre des Mammifères est aujourd'hui de 6. Les nouvelles trouvailles sont celles d'un grand *Rhinoceros* représenté par quelques molaires incomplètes et d'un Ruminant représenté par une molaire non encore étudiée (*note ajoutée pendant l'impression*).

ver qu'un fragment, contenant une racine de canine, mais insuffisant pour atteindre les alvéoles des incisives s'il en existait.

Cette absence de la partie antérieure de la mâchoire, jointe au manque de molaires supérieures, rend très difficile la détermination du genre, et je crois que jusqu'à ce que de nouvelles découvertes soient venues donner des matériaux qui tranchent la question, il est préférable de dire que l'on se trouve en présence d'un Rhinocéridé très petit, possédant les caractères dentaires de *Acerotherium Gaudryi* de Brons (Cantal), mais intermédiaire comme taille entre ce dernier et *Hyracodon nebracensis* de l'Amérique du Nord.

En effet, si l'on compare la longueur de la série des molaires et des prémolaires entre *Acerotherium Gaudryi* et le Rhinocéridé du Calcaire de la Brie, on remarque une forme presque identique, mais la longueur de la série dentaire chez *Acerotherium Gaudryi* est bien plus forte. Le contraire se produit si l'on fait la même comparaison avec *Hyracodon nebracensis*, la forme des dents est également rapprochée, mais c'est ce dernier qui est le plus petit.

L'espace occupé par les prémolaires et les molaires de ces trois espèces est donné ci-après¹ :

	<i>A. Gaudryi</i>		Rhinocéridé du Calc. de Brie		<i>H. nebracensis</i>	
	Longueur	Rapport	Longueur	Rapport	Longueur	Rapport
Long. des prémolaires.	0,079	0,038	0,0764	1	»	»
Long. des molaires.	0,098	1,119	0,0796	1	0,065	0,817

Je n'entreprendrai pas ici l'étude de ces dents qui, jointes aux autres matériaux, feront l'objet d'une étude d'ensemble sur la faune du Calcaire de la Brie ; mais je dirai cependant quelques mots de cette mâchoire.

La série dentaire gauche est presque complète (je rappellé ici qu'il n'est question que des dents, la partie osseuse étant totalement écrasée.) La canine et les quatre prémolaires ont leurs couronnes intactes ainsi que les deux premières molaires ; la partie postérieure de la dernière molaire manque.

La série droite est en plus mauvais état ; la canine et la première prémolaire manquent complètement, les trois autres prémolaires sont intactes. La première molaire n'est représentée

¹. Les mesures de *H. nebracensis* et *A. Gaudryi* ont été prises sur les échantillons du Muséum obligeamment communiqués par M. le professeur Boule.

que par sa partie moyenne et une grande partie du lobe antérieur. Les parties antérieures des deuxième et troisième molaires sont abîmées. Malgré ces quelques défauts la mâchoire pourra être étudiée facilement, les parties manquant d'un côté se complétant heureusement par l'autre.

Les Reptiles n'ont pas encore été étudiés. Une Tortue, presque entière, mais malheureusement engagée dans un bloc de silex, a pu cependant être déterminée génériquement, grâce à quelques parties qui ont pu être dégagées suffisamment. Quelques plaques marginales et une vertèbre ont pu être mises à jour. Elle fait partie du genre *Emys*.

Comme je l'ai dit plus haut, quelques dents de différentes grandeurs appartenant à un Crocodile ont été également trouvées, mais aucune étude n'a pu en être faite jusqu'ici. Ces dents sont assez fréquentes dans la roche qui surmonte la couche fossilifère.

Les Gastropodes sont relativement bien représentés. On peut y reconnaître au moins cinq genres qui sont *Nystia*, *Bithinia*, *Limnæa*, *Planorbis* et *Succinea*; ce dernier n'a pas encore été signalé dans le Calcaire de Brie, il y est d'ailleurs très rare et je n'en ai encore trouvé que trois individus¹.

Le genre *Nystia* ne paraît comporter qu'une seule espèce qui serait *Nystia Duchasteli*; le genre *Bithinia* serait représenté par au moins deux espèces.

Limnæa est le genre le plus riche, et pourrait bien atteindre une dizaine d'espèces dont beaucoup paraissent nouvelles.

Planorbis comprend trois ou quatre espèces et enfin le genre *Succinea* n'en montre qu'une, mais qui n'a probablement pas encore été décrite, aucune espèce de ce genre n'ayant jamais été signalée dans le Calcaire de Brie.

Enfin pour terminer l'énumération de la faune du Calcaire de la Brie, j'y signalerai la présence de nombreux Ostracodes. Ces petits Crustacés m'ont montré un assez grand nombre de formes, dont plusieurs assez abondantes. Ils paraissent appartenir pour la plupart au genre *Cypris*.

La flore paraissait assez riche, si l'on en juge par la diversité de formes des empreintes trouvées dans les calcaires remplaçant quelquefois le banc siliceux. Malheureusement, ces empreintes sont très mal conservées et leur détermination est impossible.

1. Je viens de découvrir des représentants des genres *Helix*, *Clausilia*, *Vertigo*, et quelques autres Gastropodes terrestres. Ces genres n'ont jamais été signalés dans le Calcaire de Brie (*note ajoutée pendant l'impression*).

Il n'en est pas de même pour les *Chara*, j'ai trouvé, en lavant la marne des poches à coquilles, de grandes quantités de graines très bien conservées, ainsi que de petites tiges creuses, épaisses au plus de 1 millimètre et quelquefois dichotomées. Ces tiges sont ornées soit de filets longitudinaux plus ou moins granuleux, soit de filets spiraux, soit enfin de granulations. D'après M. Fritel ces tiges appartiennent à des *Chara*.

Par cette description, on voit que la connaissance de la faune et de la flore du Calcaire de Brie fera un grand pas par l'étude des matériaux recueillis dans la carrière de Thorigny.

Ce gisement a présenté aussi de l'intérêt au point de vue minéralogique. Des cristaux de quartz, atteignant un centimètre de longueur ont été quelquefois trouvés dans les cavités des blocs de silex. M. Gaubert, assistant au laboratoire de Minéralogie du Muséum, a déterminé des cristaux d'anhydrite de 5 mm. de longueur, en contact avec des ossements de Tortue engagés dans un silex. La marne sableuse contenant les coquilles et située à l'intérieur des blocs de silex a, par sa dissolution dans l'acide chlorhydrique, laissé un résidu formé d'argile et d'une multitude de cristaux de quartz bipyramidés, soit admirablement réguliers, soit de formes diverses. Il n'est pas rare de rencontrer de véritables nids d'oxyde de manganèse et de fer hydraté; j'ai trouvé un fragment de sidérose. Enfin, on peut souvent remarquer, à la surface des calcaires fragmentaires qui surmontent les bancs siliceux, la présence d'une efflorescence blanche qui, au microscope, se montre entièrement formée d'aiguilles entrelacées de carbonate de chaux. Enfin, la roche siliceuse prend souvent, quand elle est brisée par la dynamite, la forme et les angles des rhomboèdres de calcite. J'ai pu observer ce fait souvent et en conclure que la roche siliceuse n'était qu'une pseudomorphose du calcaire.

J'ajouterai pour terminer avec le gisement de Thorigny que les découvertes que je viens d'énumérer sont venues confirmer, s'il en était encore besoin, l'assertion de M. le Professeur Boule qui, dans sa Géologie du Velay, émettait l'opinion que le Calcaire de Brie était, dans la stratigraphie parisienne, le représentant des Calcaires de Ronzon¹.

1. Les recherches géologiques et hydrologiques dans le département de Seine-et-Marne, auxquelles une partie de la subvention que la Société géologique m'avait accordée était destinée, n'ont pu être terminées cette année. De nombreux points de détail ont pu être fixés, mais j'en réserve la description pour un travail d'ensemble.

SUR LES FAILLES COURBES DE LA LISIÈRE DU JURA ENTRE SALINS ET BESANÇON

PAR l'abbé **Bourgeat.**

J'ai fait remarquer, il y a deux ans, qu'une partie des failles courbes que Marcel Bertrand avait signalées aux environs de Salins¹ — celles qui courent de Salins à Marnoz à peu près de l'Est à l'Ouest — n'existent pas en profondeur et ne sont que le résultat d'un charriage glaciaire.

Il n'en est pas de même de celles qui se montrent entre Besançon et Salins à peu près perpendiculairement aux précédentes. Celles-là sont bien de véritables failles. Elles accompagnent d'une façon intermittente la grande faille de Salins, Saint-Thiébaud, Ivrey, Ronchaux, Vorges, Larnod et Beurre qui est connue depuis longtemps. C'est sur la lèvre occidentale de cette faille qu'elles se montrent. Elles consistent surtout dans la superposition en quasi-concordance de stratification, *sans aucune interposition du Jurassique moyen*, du Jurassique inférieur sur du Jurassique supérieur.

Les deux exemples principaux qu'en cite Marcel Bertrand sont celui du bois de Méhaut à l'Ouest de Saint-Thiébaud, au pied du mont Poupet, et celui du moulin Caillet, près de Vorges, aux deux tiers à peu près de la distance de Salins à Besançon.

Il cite aussi près de Salins, au voisinage de Saint-Thiébaud, au contour de la route qui monte de Salins, en vue de ce dernier village, un exemple qui lui semble plus complexe encore. Là, un lambeau de Bajocien repose sans intermédiaire sur du calcaire à Gryphées arquées et se trouve surmonté lui-même immédiatement de bancs plus blancs, de calcaires compacts qui ressemblent beaucoup à ceux du Portlandien, visibles, en position normale, à quelque distance plus bas.

C'est cette superposition anormale du Portlandien sur le Bajocien qui avait le plus préoccupé Marcel Bertrand. Il avait eu recours, pour en rendre compte, à un phénomène de poussée gigantesque qui aurait entraîné à de grandes distances vers l'Ouest le Jurassique supérieur par-dessus les assises plus anciennes.

Il suffit, pour s'en faire une idée, de jeter les yeux sur la figure

1. M. BERTRAND. Failles de la lisière du Jura. *B. S. G. F.*, (3), X, 1881-82, p. 114 et suivantes.

14 de son mémoire. Cette poussée du Jurassique supérieur, il l'appliquait encore au cas du bois de Méhaut, comme le montre la figure 13 du même travail. Seulement au bois de Méhaut, ce n'est pas le *Portlandien* qui surmonte le Bajocien, mais bien le Bajocien qui s'étend au-dessus du Jurassique supérieur. C'est la même chose au moulin Caillet dont Marcel Bertrand dessine la carte à la figure 2 de sa note, sans en donner l'explication.

Il me semble que pour résoudre ces questions, le meilleur est de prendre d'abord le cas le plus simple, celui du seul contact anormal du Bajocien par-dessus le Jurassique supérieur. Le cas spécial du Bajocien sur le calcaire à Gryphées, avec calcaires blancs en superposition sur le Bajocien, doit venir ensuite.

Pour rendre compte des premiers phénomènes je partirai d'une coupe qui est bien visible en ce moment : celle du nouveau chemin de La Chapelle à Ivrey. Elle se présente un peu au Nord du bois de Méhaut, et elle traverse à peu près les mêmes formations. Ce qui la rend très visible, c'est une route qu'on a ouverte récemment entre les deux villages et qui coupe en tranchées presque toute la série des assises.

Si nous montons de La Chapelle nous trouvons d'abord l'Astartien, puis le Rauracien, puis l'Oxfordien qui forme un léger bombement ou anticlinal planté en vignes.

Plus haut le Rauracien se présente à nouveau, puis l'Astartien, puis le Virgulien après quoi l'on atteint une sorte de falaise astartienne et rauracienne. Le pendage des couches plus accusé sur le bord oriental que sur le bord occidental montre que ce synclinal est dissymétrique, qu'il y a déjà comme un renversement du bord oriental vers l'Ouest.

Montant toujours, on repasse par l'Astartien, puis par le Virgulien, puis on trouve des assises plus ou moins bréchiformes ; après quoi le Virgulien se montre à nouveau surmonté de calcaires très fortement fragmentés, où quelques lits marneux sont passés à l'état de schistes, et qui contiennent beaucoup de Polypiers. Le tout supporte des marnes schisteuses dans lesquelles on trouve des *Belemnites hastatus* et les *Perisphinctes* de l'Oxfordien.

Là, toutes les couches plongent vers l'Est et la superposition de l'Oxfordien sur les calcaires à Polypiers qui ne peuvent être que rauraciens, comme la superposition de ces derniers aux assises à *Ostrea virgula*, montre qu'on a affaire ici à un synclinal nettement couché vers l'Ouest.

Plus haut on trouve le calcaire à Gryphées surmonté normalement du Lias marneux, du Bajocien et du Bathonien (fig. 1).

A Yvrey, M. Rollier avait bien remarqué la position anormale du Rauracien sur les autres assises jurassiques supérieures. Dans la coupe qu'il en donne¹ il note en effet une brèche rauracienne et du Portlandien immédiatement au-dessous de cette brèche. S'il avait cherché un peu dans les champs qui surmontent le Rauracien il aurait trouvé des fossiles oxfordiens, et, en examinant les tranchées au-dessous, l'*Ostrea virgula* lui aurait montré que la série est toute entière renversée.

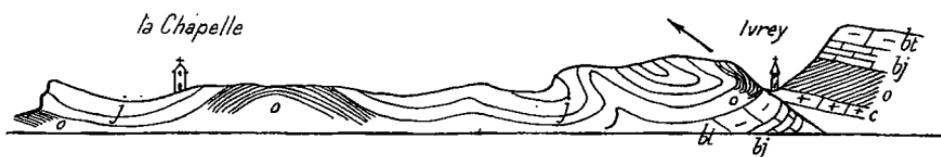


FIG. 1. — Coupe de La Chapelle à Ivrey.

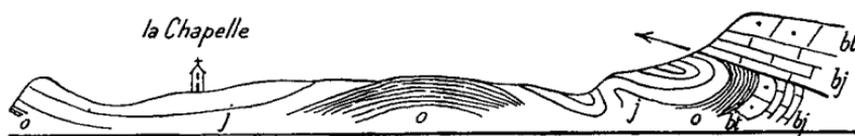


FIG. 2. — Coupe de La Chapelle au Nord d'Ivrey.

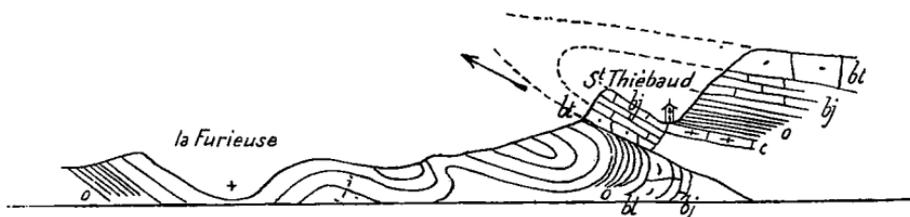


FIG. 3. — Coupe de Saint-Thiébaud à la vallée de la Furieuse.

Longueurs : 1/300 000; Hauteurs : 1/15 000.

c, Calcaire à Gryphées; l, Lias marneux; bj, Bajocien; bt, Bathonien;
o, Oxfordien; j, Jurassique supérieur.

Quoi qu'il en soit, pour en revenir à Ivrey, on remarque qu'à peu de distance vers le Nord, la grande ouverture ou boutonnière du calcaire à Gryphées et du Lias se ferme. Le Bajocien, qui surmontait normalement le Lias, vient se superposer au Rauracien renversé (fig. 2).

1. ROLLIER (L.). Formations jurassiques des env. de Besançon. *Act. Soc. jurass. Emulation.*, (8), III, Porrentruy, 1883, p. 201.

C'est un glissement presque horizontal qui s'est produit mais un glissement d'un faible parcours. Voilà prise sur le vif la superposition du bois de Méhaut. Les coupes des figures 1 et 2 rendent bien compte du phénomène.

Venons au bois de Méhaut. On y voit d'abord du calcaire à Polypiers à l'Ouest de la même faille au-dessous du Bajocien. Plus bas, encore à l'Ouest, on arrive à travers bois à des assises qu'on ne peut rapporter, comme Bertrand l'a du reste constaté, qu'au Portlandien supérieur et au Néocomien. Plus bas encore, après avoir coupé les tranches de calcaires sans fossiles, on atteint du Virgulien ; puis on voit les couches qui le supportent s'infléchir en synclinal vers le lit de la Furieuse pour se montrer ensuite relevées sur l'Oxfordien du côté du château de Vaugrenans.

L'apparition du Portlandien au-dessous du Rauracien et celle du Virgulien plus bas, au-dessous de calcaires qui n'ont rien de Portlandien, prouve qu'on retrouve bien là les deux synclinaux déversés de La Chapelle à Yvrey.

La différence qu'il y a entre cette localité et celle du bois de Méhaut, c'est qu'au bois de Méhaut, par derrière le Jurassique inférieur, se montre encore le Lias.

Pour l'expliquer, il suffit d'admettre qu'à Méhaut les assises bajociennes et bathoniennes se sont étirées ou tout au moins fragmentées durant le charriage, et que les agents atmosphériques les ont enlevées dans la suite en arrière de la superposition.

La grande faille de Saint-Thiébaud-Vorges sur la lèvre occidentale de laquelle se montre la superposition anormale est-elle une simple faille ou bien n'est-elle que l'exagération d'un anticlinal ? On peut adopter l'une ou l'autre hypothèse. Peut-être est-ce la première qui convient à Vorges, où je n'ai pas constaté de renversements de terrains ; mais j'avoue que la seconde me paraît s'harmoniser beaucoup mieux avec les renversements des synclinaux à Ivrey et au bois de Méhaut. C'est celle-là que M. Fournier avait adopté tant pour Vorges que pour Saint-Thiébaud. Ses coupes¹ ne laissent aucun doute sur sa manière de voir. Sans doute que s'il avait pu observer les renversements d'Ivrey, notre éminent confrère n'aurait pas hésité à donner une explication des superpositions bajociennes sur le Jurassique supérieur, plus simple que celle de Marcel Bertrand.

Reste le lambeau de Bajocien qui repose sur le calcaire à Gryphées, et qui est surmonté immédiatement de calcaires blancs compacts au chemin de Salins vers St-Thiébaud.

1. FOURNIER (E.). Étude sur la tectonique du Jura franc-comtois. *B.S. G. F.*, (4), I, 1901, p. 105.

Ces calcaires sont-ils du Portlandien comme le suppose Marcel Bertrand? Ils en ont la cassure compacte; mais Marcel Bertrand avoue n'y avoir trouvé aucun fossile. Je n'en ai pas recueilli non plus; seulement j'ai constaté que, non loin de là, à Pagnoz, le Bathonien présente à peu près les mêmes caractères. Dans le doute, il me semble plus naturel de penser que ce calcaire blanc n'est que du Bathonien. La superposition au Bajocien n'aurait donc rien que de très normal.

Quant au fait que le lambeau de Bajocien repose sur le calcaire à Gryphées, c'est, à mon avis, le résultat d'un simple éboulement. Le mont Poupet forme falaise au-dessus du Lias et la falaise est du Bajocien surmonté de Bathonien. De nombreux lambeaux de ces deux terrains épars sur les pentes liasiques prouvent que les éboulements y ont été fréquents. Le lambeau en question ne serait qu'un des termes de cette série plus puissant que les autres. Il serait descendu jusqu'au calcaire à Gryphées précisément parce qu'il était plus puissant.

Marcel Bertrand, du reste, avec sa sagacité bien connue, n'exclut pas cette solution, puisque dans sa note il écrit qu'on pourrait « à la rigueur » supposer qu'on a affaire là à des éboulements.

J'ajouterai pour terminer cette note, que les assises qui surmontent le Virgulien dans la coupe de La Chapelle à Ivrey sont bréchiformes par place. Le Portlandien aurait donc là des traits de ressemblance avec le Portlandien bréchiforme de Trois Chatels et d'Auxon.

SUR QUELQUES POISSONS DU CRÉTACÉ

DU BASSIN DE PARIS

PAR **Maurice Leriche.**

PLANCHE VI, fig. 1-8.

M. E. Haug, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris, a bien voulu me confier la revision d'une partie des collections paléichthyologiques de la Sorbonne.

Parmi les Poissons crétacés conservés dans ces collections, il s'en trouve qui présentent un réel intérêt : ou bien du fait qu'ils n'ont pas encore été rencontrés dans le Bassin de Paris, ou bien à cause de leur présence à des niveaux dans lesquels ils n'avaient pas encore été signalés, ou bien enfin parce qu'ils nous font mieux connaître les caractères des espèces auxquelles ils appartiennent. C'est à ces Poissons qu'est consacrée la présente note.

La plupart des matériaux étudiés ont été recueillis dans le Néocomien de la Champagne. Ils font partie de la collection Tombeck, récemment donnée au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

Les autres proviennent du Crétacé supérieur (Cénomaniens et Sénoniens) du Pas-de-Calais et de la Marne.

I. Poissons du Crétacé inférieur (Néocomien).

Le Néocomien de la Champagne comprend, comme on le sait¹, deux groupes de formations :

Le groupe inférieur débute par une marne argileuse, noirâtre. Il se continue par une argile ferrugineuse, avec minerais de fer, à laquelle succèdent des sables et grès ferrugineux et, enfin, des sables blancs.

Le groupe supérieur commence avec une marne bleue. Sur celle-ci repose le Calcaire à Spatangues, qui est surmonté par une marne argileuse, jaune.

Le Calcaire à Spatangues est assez riche en restes de Poissons,

1. J. CORNUET. Mémoire sur les terrains crétacé inférieur et supra-jurassique de l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne). *Mém. S. G. F.*, (1), IV, 1^{re} partie, p. 229; 1840.

surtout en mâchoires et en dentures de Pycnodontidés. Sa faune ichthyologique a déjà été étudiée, principalement par Cornuel¹.

Par contre, les autres formations néocomiennes ne semblent avoir fourni, jusqu'ici, que peu de restes. Cornuel a seulement signalé, dans la marne argileuse, noirâtre (Néocomien inférieur) de Ville-en-Blaisois et de Doulevant-le-Petit (Haute-Marne), « quelques dents isolées de *Pycnodus* et d'*Hybodus* et des fragments d'Ichthyodorulithes »².

Une bonne partie des matériaux de la collection Tombeck étudiés ci-après provient soit de la marne argileuse, noirâtre, de la base du Néocomien inférieur, soit de la marne bleue, de la base du Néocomien supérieur.

ASTERACANTHUS cf. *ACUTUS* L. AGASSIZ

Pl. VI, fig. 1.

Les figures 1 et 1a de la planche VI montrent deux fragments d'une épine de nageoire dorsale — et la forme probable de l'épîne entière — d'un *Asteracanthus*. Ces fragments sont comprimés ; leur bord antérieur est subanguleux ; leur face postérieure, assez fortement convexe, porte deux rangées de tubercules qui se rap-

1. J. CORNUEL. Description de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), V, 1876-1877, p. 604-626, pl. XI.

J. CORNUEL. Note sur de nouveaux débris de Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'Est du bassin de Paris. *Id.*, (3), VIII, 1879-1880, p. 157-162, pl. III, fig. 18-22 ; 1880.

J. CORNUEL. Nouvelle note sur des Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'Est du bassin de Paris et sur des dents binaires de plusieurs d'entre eux. *Id.* (3), XI, 1882-1883, p. 23-27, pl. I, fig. 4-7, 10.

En outre. Leymerie a figuré un vomer de Pycnodontidé provenant du Néocomien de l'Aube [A. LEYMERIE. Mémoire sur le Terrain crétacé du département de l'Aube (suite). *Mém. S. G. Fr.*, (1), V, p. 33, pl. xviii, fig. 6 ; 1842].

De même, P. Gervais a représenté plusieurs restes de Poissons trouvés dans le Néocomien de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne [P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises, t. II. Explication des planches : Poissons fossiles, p. 6, 7 (2^e édition, 1859, p. 523, 524), pl. LXXIX, fig. 19, 22, pl. LXXVI, fig. 22 ; 1852].

Dans son mémoire sur les Vertébrés du Jurassique supérieur et du Crétacé du département de l'Yonne, M. Sauvage a décrit un certain nombre de restes de Poissons provenant du Crétacé inférieur (Néocomien, Barrémien, Aptien) [H.-E. SAUVAGE. Étude sur les Poissons et les Reptiles des terrains crétacés et jurassiques supérieurs de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, XXXIII, 1879, *Sciences naturelles*, p. 31, 35-44, 46, 51-53, 59, pl. I, fig. 3-6, pl. II, fig. 1, 3-5, 7-10, pl. III, fig. 13, 14 ; 1880].

Enfin, M. Priem a récemment fait connaître, du Calcaire à Spatangues de la Haute-Marne, une forme d'otolithes, qu'il attribue dubitativement, sous le nom d'« *Otolithus* » (*Clupeidarum* ?) *neocomiensis* PRIEM, à la famille des Clupéidés (F. PRIEM. Étude des Poissons fossiles du Bassin parisien, p. 37-38, fig. 11-14 dans le texte. Paris, 1908).

2. J. CORNUEL. Description de débris de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien du département de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3) V, p. 606, note infrapaginale.

prochent à mesure qu'elles s'élèvent vers le sommet de l'épine. Les faces latérales sont ornées de nombreux tubercules allongés et disposés suivant des lignes longitudinales. Ces lignes s'élèvent en petites côtes dans le fragment de l'épine le plus voisin du sommet.

L'épine entière devait être assez fortement recourbée en arrière.

C'est avec la forme d'épine, du Bathonien d'Angleterre, décrite par L. Agassiz ¹ sous le nom d'*Asteracanthus acutus*, que l'épine du Néocomien du Bassin de Paris présente le plus d'analogie. Celle-ci se distingue à peine de celles du Jurassique anglais par sa forme un peu moins comprimée et par sa partie supérieure un peu moins atténuée.

Gisement : Marne argileuse, noirâtre (Néocomien inférieur). — *Localité* : Doulevant-le-Petit (Haute-Marne).

HYBODUS BASANUS EGERTON

Pl. VI, fig. 2.

1889. *Hybodus basanus*. A.-SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, vol. I, p. 275, pl. XII, fig. 5.

Un fragment d'épine de nageoire dorsale d'*Hybodus* (pl. VI, fig. 2) montre la partie de cette épine qui était enchâssée dans la chair, et la base de la partie émaillée, qui faisait saillie à l'extérieur.

Ces parties sont étroites ; elles indiquent, pour l'épine entière, une forme allongée.

Le bord antérieur est anguleux sur la partie qui était fichée dans la chair ; il devient obtus dans la partie qui faisait saillie à l'extérieur. La face postérieure est, dans l'une et l'autre partie, creusée d'un large et profond sillon. Les faces latérales sont ornées, dans la première partie, de fines stries longitudinales, anastomosées ; elles portent, dans la seconde, des côtes longitudinales, dont la force va en décroissant régulièrement d'avant en arrière. Le bord antérieur est lui-même occupé par une côte plus saillante encore que les côtes voisines. L'espace compris entre toutes ces côtes est finement chagriné.

Cette épine du Néocomien du Bassin de Paris est identique à celle du Wealdien d'Angleterre que M. A.-Smith Woodward a figurée et rapportée à une espèce, *Hybodus basanus* EGERTON, dont les restes de la tête sont assez communs dans cette dernière formation.

1. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 33, pl. VIII a, fig. 1-3; 1837.

Gisement : Marne argileuse, noirâtre (Néocomien inférieur). —
Localité : Doulevant-le-Petit.

CESTRACION sp.

Pl. VI, fig. 3.

La présence du genre *Cestracion*, dans le Néocomien du Bassin de Paris, est indiquée par une petite dent, grossie deux fois dans la figure 3 de la planche VI. Cette dent est brusquement et obliquement tronquée à ses deux extrémités, antérieure et postérieure. Sa couronne est un peu surélevée dans la partie centrale ; elle porte une crête médiane, peu saillante, de laquelle partent de petits plis qui s'anastomosent et forment un réseau très fin recouvrant toute la face orale.

Cette dent est certainement très voisine de celles de *Cestracion rugosus* L. AGASSIZ¹, du Crétacé supérieur, quoique sensiblement plus petite.

Pour décider si le *Cestracion* néocomien appartient ou non à la même espèce que le *Cestracion* du Crétacé supérieur, il faudrait disposer de matériaux qui manquent encore, pour l'un comme pour l'autre.

Gisement : Calcaire à Spatangues (Néocomien supérieur). —
Localité : Vassy (Haute-Marne).

NOTIDANUS MUENSTERI L. AGASSIZ

Pl. VI, fig. 4.

1843. *Notidanus Muensteri*. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 222, pl. xxvii, fig. 2, 3.
 1849. *Notidanus Muensteri*. BEYRICH et FRISCHMANN. *Zeitschr. deutsch. geol. Gesells.*, vol. I, p. 434-437, pl. vi.
 1858. *Notidanus Muensteri*. A. QUENSTEDT. Der Jura, p. 783, pl. xcvi, fig. 33, 34.
 1861. *Notidanus eximius* WAGNER. A. WAGNER. Monographie der fossilen Fische aus den lithographischen Schieferen Bayern's. *Abh. math. ph. Cl. k.-bayer. Ak. Wiss.*, vol. IX, p. 293, pl. iv, fig. 2.
 1886. *Notidanus eximius*. A.-SMITH WOODWARD. On the Palæontology of the Sela-chian Genus *Notidanus* Cuvier. *Geol. Mag.* (3), vol. III, p. 209, pl. vi, fig. 3-5.
 1889. *Notidanus Muensteri*. A.-SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, vol. I, p. 158.

La collection Tombeck renferme une dent de *Notidanus* bien conservée et d'assez grande taille (pl. VI, fig. 4). Le genre *Noti-*

1. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 148, pl. xxii, fig. 28, 29 ; 1839.

A.-SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, vol. I, p. 335, pl. xi, fig. 29 ; 1889.

M. LERICHE. Revision de la Faune ichthyologique des Terrains crétacés du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXI, p. 103, pl. iii, fig. 3 ; 1902.

danus, que l'on connaît depuis l'Oxfordien, n'avait pas encore été retrouvé, jusqu'ici, dans le Néocomien.

La couronne de cette dent présente un cône principal relativement très développé, fortement couché sur la racine, et dont le bord antérieur est tout à fait lisse. Ce cône est suivi de trois cônes accessoires beaucoup plus petits, dont la taille décroît rapidement, mais régulièrement, d'avant en arrière.

La racine est peu élevée.

Cette dent du Néocomien du Bassin de Paris ne peut être distinguée spécifiquement des dents de la mâchoire inférieure de l'espèce jurassique, *N. Muensteri* L. AGASSIZ, quoique sa taille soit sensiblement supérieure à celle de ces dernières. Les dents de *N. Muensteri* sont en effet caractérisées par le grand développement du cône principal, par l'absence de denticules au bord antérieur de celui-ci, et enfin par le petit nombre de cônes accessoires, même dans les dents latérales de la mâchoire inférieure, où ce nombre n'est jamais supérieur à quatre.

Notidanus Muensteri est une espèce assez répandue dans le Jurassique supérieur — de l'Oxfordien au Portlandien inférieur inclus — de l'Allemagne du Sud et de la Suisse. Un individu entier, dans lequel les dents ont conservé leurs relations naturelles, a été trouvé dans le Calcaire lithographique d'Eichstädt (Bavière) ; il a été décrit par Beyrich et Frischmann.

Gisement : Marne bleue (Néocomien supérieur). — Localité : Brousseval (Haute-Marne).

ODONTASPIS MACRORHIZA COPE, mut. INFRACRETACEA LERICHE

1858. *Odontaspis gracilis* [non *Lamna (Odontaspis) gracilis* L. AGASSIZ]. F.-J. PICTET et G. CAMPICHE. Description des Fossiles du Terrain crétacé des environs de Sainte-Croix, 1^{re} partie, p. 88, pl. XI, fig. 9-15, 17, 18 (non fig. 16).

Les trois dents incomplètes, provenant du Néocomien de la Suisse, que L. Agassiz¹ a décrites sous le nom de *Lamna (Odontaspis) gracilis*, sont caractérisées par leur couronne très comprimée, et à courbure sigmoïdale bien marquée. La face interne de la couronne est lisse ; la base de la face externe est ornée de petits plis verticaux.

A cette espèce, j'ai rapporté² une dent du Gault de la Meuse, qui ne se distingue des dents figurées par Agassiz que par sa taille plus grande et peut-être par la présence de quelques rares

1. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 295, pl. xxxvii a, fig. 2-4.

2. M. LERICHE. Revision de la Faune ichthyologique des Terrains crétacés du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXI, p. 108, pl. III, fig. 14 ; 1902.

plis verticaux, tout à fait à la base de la face interne de la couronne.

C'est avec un tout autre aspect que se présentent les dents du Crétacé inférieur et moyen (Néocomien, Aptien, Albien) de la Suisse rapportées par Pictet et Campiche à *Odontaspis gracilis*. Elles se distinguent immédiatement de celles décrites par Agassiz : 1° par leur couronne beaucoup plus convexe à la face interne et par suite beaucoup plus massive ; 2° par la présence, sur cette face interne, de très fines stries flexueuses qui partent de la base et s'élèvent à une plus ou moins grande hauteur.

Quelques-unes des dents représentées par Pictet et Campiche ont conservé leur racine. Celle-ci est très forte et porte une paire de denticules latéraux très développés et acuminés.

Ces dents ont une grande analogie avec celles d'*Odontaspis macrorhiza* COPE¹, espèce que l'on rencontre à partir de l'Albien jusque dans le Sénonien supérieur. Elles en diffèrent à peine par les stries de leur face interne, qui paraissent être plus constantes et qui couvrent, en général, une surface plus étendue. Je les considère comme une prémutation d'*O. macrorhiza*.

Des dents de cette prémutation, réduites à leur couronne, font partie de la collection Tombeck.

Gisement : Calcaire à Spatangues (Néocomien supérieur). — *Localité* : Vassy (Haute-Marne)².

ISCHYODUS THURMANNI PICTET et CAMPICHE³

Pl. VI, fig. 5.

La figure 5 de la planche VI représente la partie antérieure et interne d'une dent mandibulaire droite d'*Ischyodus*. Dans cette dent, le bord symphysaire, saillant, est accompagné d'un triturateur (*s*), que l'usure a mis à nu sur toute sa longueur.

Le triturateur antéro-externe (*a.e*) est long et étroit. Il fait fortement saillie sur le bord oral, qu'il rend très sinueux. Une profonde dépression sépare ce triturateur du bord symphysaire.

Le triturateur médian (*m*) commence immédiatement derrière

1. Voir la bibliographie, la description et la figuration de cette espèce dans M. LERICHE. *Loc. cit.*, p. 109, pl. III, fig. 18-27.

2. Si la provenance de la dent que Gervais [P. GERVAIS. *Zoologie et Paléontologie françaises*, t. II, Explication des planches : Poissons fossiles, p. 7 (2^e éd., 1859, p. 524), pl. LXXVI, fig. 22; 1852] a figurée et indiquée comme ayant été trouvée dans le Néocomien de la Haute-Marne, était reconnue exacte, il y aurait, dans le Néocomien du Bassin de Paris, une seconde espèce de Lamnidé. Celle-ci appartiendrait au genre *Otodus* ou au genre *Lamna*; mais elle ne saurait être caractérisée d'après cette seule dent.

3. Voir la bibliographie, la description et la figuration de cette espèce dans M. LERICHE. *Loc. cit.*, p. 125, pl. IV, fig. 1, 2.

le triturateur antéro-externe ; il est relativement peu développé et s'atténue régulièrement vers l'avant. Une dépression assez profonde, surtout en avant, le sépare du triturateur postéro-externe, dont l'extrémité antérieure (*p. e.*) est seule conservée.

La topographie de la face orale de la dent incomplète qui vient d'être décrite est identique à celle de la partie correspondante des dents mandibulaires d'*Ischyodus Thurmanni* PICTET et CAM-PICHE.

Cette espèce est assez commune en Angleterre, où on la rencontre depuis le « Lower Greensand » jusque dans le Cénomarien. Elle n'avait pas encore été signalée à un niveau inférieur au Lower Greensand.

Gisement : Marne argileuse, noirâtre (Néocomien inférieur). — *Localité* : Valcourt (Haute-Marne)¹.

GYRODUS SCULPTUS CORNUEL

1877. *Pycnodus sculptus*. J. CORNUEL. Description de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 611, pl. XI, fig. 8-10.
1877. *Pycnodus imitator* CORNUEL. *J. CORNUEL*. *Id. Id.*, (3), V, p. 612, pl. XI, fig. 11.
1877. *Pycnodus disparilis* CORNUEL. *J. CORNUEL*. *Id. Id.*, (3), V, p. 614, pl. XI, fig. 19, 20.
1879. *Pycnodus (Typodus) Colteaui* SAUVAGE. H.-E. SAUVAGE. Étude sur les Poissons et les Reptiles des terrains crétacés et jurassiques supérieurs de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, XXXIII, 2^e partie, *Sciences naturelles*, p. 36, pl. II, fig. 1 (non pl. I, fig. 3).
1879. *Cosmodus sculptus* H.-E. SAUVAGE. *Id. Id.*, XXXIII, 2^e partie, p. 49 (le nom seulement).
1879. *Cosmodus imitator* H.-E. SAUVAGE. *Id. Id.*, XXXIII, 2^e partie, p. 49 (le nom seulement).
1880. *Pycnodus imitator*. J. CORNUEL. Note sur de nouveaux débris de Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'Est du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 157, pl. III, fig. 18, 19.
1880. *Pycnodus sculptus*. J. CORNUEL. *Id. Id.*, (3), VIII, p. 157, pl. III, fig. 20, 21.
1883. *Pycnodus contiguidens* [non *P. (Typodus) contiguidens* PICTET]. J. CORNUEL. Nouvelle note sur des Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'est du bassin de Paris, et sur des dents binaires de plusieurs d'entre eux. *Id.*, (3), XI, p. 23, pl. I, fig. 4, 5.
1883. *Pycnodus asperulus* CORNUEL. *J. CORNUEL*. *Id. Id.*, (3), XI, p. 24, pl. I, fig. 6, 7.
1895. *Gyrodus imitator*. A.-SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, III, p. 246 (le nom seulement).
1895. *Gyrodus sculptus*. A.-SMITH WOODWARD. *Id.*, III, p. 247 (le nom seulement).
1895. *Cælodus asperulus*. A.-SMITH WOODWARD. *Id.*, III, p. 257 (le nom seulement).
1895. *Gyrodus ? disparilis*. A.-SMITH WOODWARD. *Id.*, III, p. 283 (le nom seulement).

1. S'il s'agit de Valcourt, à l'Ouest de Saint-Dizier, il est probable que l'indication de gisement, donnée par l'étiquette qui accompagne l'échantillon, est fautive. En effet, d'après la Carte géologique de France à 1/80000 (feuille 68), le Néocomien n'affleure pas sur le territoire de Valcourt, près Saint-Dizier ; par contre, les argiles foncées du Gault — desquelles pourrait provenir la dent décrite plus haut — y couvrent une grande surface.

La détermination spécifique des dentures de Pycnodontidés offre souvent de grandes difficultés qui ont surtout pour cause le polymorphisme déterminé par l'âge. L'étude des espèces représentées par un nombre important de mâchoires montre, en effet, que, dans le jeune âge, les différentes rangées de dents sont, en général, étroitement serrées les unes contre les autres; elles s'espacent ensuite peu à peu, à mesure que l'animal grandit. Comme conséquence de ce fait, on voit les dents des jeunes individus, gênées dans leur développement, présenter fréquemment une forme sensiblement différente de celle des dents des individus âgés. Un grand nombre d'espèces de Pycnodontidés sont certainement établies sur des différences de cette nature.

Une autre cause d'erreur réside dans les modifications constamment apportées par l'usure à l'ornementation des dents. Ici encore, on a souvent donné à ces modifications une valeur spécifique.

Le Calcaire à Spatangues renferme un *Gyrodus*, pour lequel les noms spécifiques sont, semble-t-il, presque aussi nombreux que les exemplaires connus de sa denture spléniale ou vomérienne.

Le nom spécifique le plus ancien, « *Pycnodus* » *sculptus* CORNUEL (J. Cornuel, 1877, p. 611, pl. XI, fig. 8-10), celui qui, par suite, doit être conservé, s'applique à deux spléniaux: un splénial gauche d'un individu jeune (fig. 8), un splénial droit d'un individu plus âgé (fig. 9, 10).

Dans ces spléniaux, les dents de la rangée interne sont petites et oblongues; celles de la rangée principale sont placées très obliquement, par rapport à la symphyse; celles de la rangée intermédiaire occupent le flanc interne et le fond de la rainure longitudinale. L'ornementation de la couronne de toutes ces dents est celle que l'on rencontre habituellement chez les *Gyrodus*; elle consiste, dans les dents encore intactes, en une papille centrale entourée de deux sillons concentriques qui sont parallèles au bord de la couronne et qui limitent un bourrelet, dont la surface est traversée par de petites rides rayonnantes. Le sillon externe est généralement plus superficiel que le sillon interne; il est donc le premier à disparaître, lorsque l'usure entame l'émail.

Le type de « *Pycnodus* » *imitator* CORNUEL est un splénial droit d'un individu jeune, qui ne se distingue du petit splénial de « *P.* » *sculptus* figuré par Cornuel, que par l'état d'usure, un peu plus avancé, de ses dents.

Le type de « *Pycnodus* » *asperulus* CORNUEL est un splénial

droit de *Gyrodus sculptus*, dans lequel le progrès de l'usure a fait disparaître toute trace d'ornementation dans les dents de la rangée principale, et n'a laissé que le sillon interne dans les dents des rangées intermédiaire et externe.

Enfin, le splénial gauche que Cornuel a rapporté, en 1883, à « *Pycnodus* » *contiguidens* PICTET est encore un splénial de *Gyrodus sculptus* où, par suite du progrès toujours croissant de l'usure, toutes les dents, voire même celles des rangées intermédiaire et externe, sont devenues à peu près complètement lisses.

Dans les spléniaux qui ont été figurés sous les noms précités, la forme des dents des rangées intermédiaire et externe est assez variable. Dans les spléniaux de petite taille (J. Cornuel : 1877, fig. 8 ; 1880, fig. 18), que l'on doit considérer comme provenant d'individus jeunes, les dents de la rangée intermédiaire, pressées par celles de la rangée externe contre les dents de la rangée principale, sont étirées dans le sens antéro-postérieur. Ces mêmes dents réagissent contre celles de la rangée externe, dont elles écrasent le bord interne.

Dans les autres spléniaux (J. Cornuel : 1880, fig. 20 ; 1883, fig. 4, 6), qui, en général, sont de plus grande taille, et doivent avoir appartenu à des individus plus âgés, les rangées intermédiaire et externe s'écartent l'une de l'autre et de la rangée principale. Les dents de la rangée intermédiaire deviennent alors sub-triangulaires ou sub-circulaires, et celles de la rangée externe, assez régulièrement ovalaires.

Le vomer que Cornuel a décrit en 1877, sous le nom de « *Pycnodus* » *disparilis* a déjà été considéré par M. A.-Smith Woodward comme pouvant être celui d'un *Gyrodus*. Je pense qu'il appartient bien à ce genre, et il est rationnel, jusqu'à preuve du contraire, de le rapporter à la seule espèce reconnue parmi les spléniaux de *Gyrodus* trouvés, jusqu'ici, dans le même terrain. Ce vomer est celui d'un individu jeune. A droite, ses rangées dentaires, intermédiaire et externe, sont pressées l'une contre l'autre et contre la rangée médiane. Les dents de la rangée intermédiaire sont, de ce fait, étirées dans le sens antéropostérieur.

M. Sauvage a décrit, en 1879, sous le nom de « *Pycnodus* (*Typodus*) » *Cotteaui* un vomer de grande taille, qui avait été trouvé dans les Marnes ostréennes (Barrémien inférieur) des environs d'Auxerre. Ce vomer semble être aussi celui d'un *Gyrodus* ; il a dû appartenir à un individu beaucoup plus âgé que celui dont provenait le vomer décrit par Cornuel. Ses rangées dentaires sont légèrement espacées et les dents des rangées intermédiaires, devenues libres, sont circulaires.

La collection Tombeck renferme un fragment de vomer qui provient du Calcaire à Spatangues, et qui comprend : trois dents de la rangée médiane, trois dents de chacune des deux rangées intermédiaires et quelques traces de dents de la rangée externe gauche. Ce vomer devait présenter des caractères intermédiaires entre le vomer étudié par Cornuel et celui décrit par M. Sauvage : les dents de ses rangées intermédiaires, moins pressées que dans le premier sur les dents de la rangée médiane, sont sub-circulaires.

Il semble ainsi que les noms de « *Pycnodus* » *disparilis* et de « *P.* » *Cotteaui* désignent respectivement le vomer d'individus jeunes et âgés d'une même espèce, probablement de *Gyrodus sculptus*.

Gisement : Calcaire à Spatangues (Néocomien supérieur). — **Localités :** Soulaines (Aube); Blumerey-Sommevoire, Vassy (Haute-Marne); Troisfontaines (Marne); Ville-sur-Saulx (Meuse).

MESODON cf. GIGAS L. AGASSIZ

Cornuel¹ a rapporté à « *Pycnodus* » *gigas* L. AGASSIZ², du Jurassique supérieur, une dent, provenant du Calcaire à Spatangues, qui est remarquable par ses grandes dimensions; et dont la couronne est au moins deux fois plus large que longue.

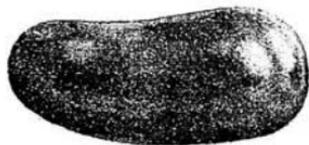


FIG. 1. — *Mesodon* cf. *gigas* L. AGASSIZ.

Dent de la rangée principale d'un splénial; grandeur naturelle.

Gisement : Calcaire à Spatangues.

Localité : Brillon (Meuse).

Il semble bien, en effet, qu'une espèce voisine de *Mesodon gigas* vivait dans le Bassin de Paris, à l'époque néocomienne. Dans la collection Tombeck, se trouve une dent de très grande taille (fig. 1) qui répond exactement aux caractères des dents de la rangée principale des spléniaux de *M. gigas*. Cette dent est un peu plus de deux fois plus large que longue; elle est faiblement arquée; l'une de ses extrémités, probablement l'externe, est légèrement atténuée.

Gisement : Calcaire à Spatangues (Néocomien supérieur). — **Localité :** Brillon (Meuse).

1. J. CORNUEL. Description de débris de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien du département de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), t. V, p. 612; 1877.

2. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. II, 2^e partie, p. 191, pl. LXXI, fig. 13, pl. LXXII a, fig. 56-58.

MICRODON MUENSTERI (L. AGASSIZ) PICTET et CAMPICHE

Pl. VI, fig. 6.

- 1839-1844. *Pycnodus Muensteri*. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. II, 2^e partie, p. 197, pl. LXXII a, fig. 26-29 (? fig. 30-39).
- 1839-1844. *Pycnodus complanatus* L. AGASSIZ. L. AGASSIZ. Id., t. II, 2^e partie, p. 197, pl. LXXII a, fig. 40, 41, 45 (? fig. 42-44, 46-48).
- ? 1854. *Pycnodus Muensteri*. F.-J. PICTET et RENEVIER. Description des Fossiles du terrain aptien de la Perte du Rhône et des environs de Sainte-Croix, p. 9, pl. I, fig. 2, 3.
1858. *Pycnodus Muensteri*. F.-J. PICTET et G. CAMPICHE. Description des Fossiles du Terrain crétacé des environs de Sainte-Croix, 1^{re} partie, p. 61, pl. VIII, fig. 21-23.
1870. *Pycnodus complanatus*. H.-E. SAUVAGE. Étude sur les Poissons et les Reptiles des terrains crétacés et jurassiques supérieurs de l'Yonne. Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne, XXXIII, 2^e partie, p. 41, pl. I, fig. 5.
1879. *Pycnodus Muensteri*. H.-E. SAUVAGE. Id. Id., XXXIII, 2^e partie, p. 42, pl. II, fig. 4 (? pl. I, fig. 4).
1895. *Anomæodus Muensteri* (pars). A.-SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, vol. III, p. 264.
1908. *Anomæodus Muensteri*. F. PRIEM. Étude des Poissons fossiles du Bassin parisien, p. 40 (le nom seulement), pl. II, fig. 1.

La détermination des restes de Pycnodontidés, déjà très difficile lorsqu'il s'agit de mâchoires entières, devient le plus souvent impossible — en tout cas, toujours douteuse — lorsqu'on ne dispose que de dents isolées. Un certain nombre d'espèces établies par les anciens auteurs sur des dents isolées, restent ainsi sans valeur zoologique.

Il est arrivé parfois que les noms ayant servi à désigner de tels restes ont été repris par les auteurs qui ont suivi, pour d'autres restes plus complets, présentant de réels caractères spécifiques. C'est évidemment dans ces derniers restes que l'on doit aller chercher le type de ces espèces. Dans ce cas, je fais suivre le nom de l'espèce : 1^o du nom, mis entre parenthèses, de l'auteur qui a créé le nom spécifique ; 2^o du nom de l'auteur qui a le premier caractérisé l'espèce. Ainsi, le nom de « *Pycnodus* » *Muensteri* a été proposé en 1839 par L. Agassiz pour des dents isolées qu'il est impossible de caractériser spécifiquement et qui proviennent du Grès vert de Ratisbonne (Turonien). En 1858, Pictet et Campiche ont figuré, sous ce même nom de « *P.* » *Muensteri*, un fragment de denture spléniale présentant des caractères spécifiques. Ce fragment de denture (fig. 21 de Pictet et Campiche) devient le type de l'espèce, et celle-ci sera désignée sous le nom de « *Pycnodus* » *Muensteri* (L. AGASSIZ) PICTET et CAMPICHE.

C'est en partant de ce type qu'est établie la synonymie donnée plus haut, et c'est à l'espèce ainsi comprise qu'est rapporté

TABLEAU DES POISSONS DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR

Nom des espèces.	NÉOCOMIEN				BARRÉMIEN			Aptien	
	Marne argileuse, noirâtre.	Argile ferrugineuse et minéral de fer. Sables et grès ferrugineux. Sables blancs.	Marne bleue.	Calcaire à Spatangues.	Marne argileuse, jaune.	Argile ostréenne.	Sable et argile bigarrés.	Sables ferrugineux. Minéral de fer oolithique.	Argile à Plicatules.
<i>Asteracanthus cf. acutus</i> L. AGASSIZ.....	+
<i>Hybodus basanus</i> EGERTON..	+
<i>Cestracion</i> sp.....	.	.	.	+
<i>Notidanus Muensteri</i> L. AGASSIZ.....	.	.	+
<i>Odontaspis macrorhiza</i> COPE, mut. <i>infracretacea</i> LERICHE.	.	.	.	+	+
<i>Ischyodus Thurmanni</i> PICTET et CAMPICHE.....	+?
<i>Lepidotus maximus</i> WAGNER ¹	+	.	+	.	.	.
<i>Lepidotus longidens</i> CORNUEL ¹	+
<i>Athrodon profusidens</i> CORNUEL.....	.	.	.	+

1. D'après Cornuel [J. CORNUEL. Description de débris de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien du département de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 606-609; 1877].

2. Le type de cette espèce [J. CORNUEL. Note sur de nouveaux débris de Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'Est du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 159, pl. III, fig. 22; 1880] est un splénial gauche, à l'état de galet, qui provient peut-être du Calcaire à Spatangues.

3. C'est probablement à cette espèce que doit être attribué le fragment de splénial, provenant du Néocomien de l'Yonne, que M. Sauvage (H.-E. SAUVAGE. *Loc. cit.*, p. 35, pl. II, fig. 5) a figuré et décrit sous le nom de *Pycnodus Couloni* AG.

4. Le nom de *Pycnodus Couloni* a été donné par L. Agassiz (L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. II, 2^e partie, p. 200; 1844) à des dents isolées, trouvées dans le Néocomien des environs de Neuchâtel (Suisse). En 1852, P. Gervais (P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises, t. II. Explication des Planches: Poissons fossiles, p. 6 (2^e édition, 1859, p. 523) pl. LXXIX, fig. 22) a figuré, sous le nom de *Pycnodus*, un splénial droit, provenant du Néocomien d'Auxerre, et auquel Pictet et Campiche (F.-J. PICTET et G. CAMPICHE. Description des Fossiles du Terrain crétacé des environs de Sainte-Croix, 1^{re} partie, p. 57; 1858) ont étendu le nom de « P. » *Couloni*. Pour les raisons données plus haut, à propos de *Microdon Muensteri*, je considère ce splénial comme étant le type de *Mesodon Couloni*.

(NÉOCOMIEN, BARRÉMIEN, APTIEN) DU BASSIN DE PARIS.

Nom des espèces.	NÉOCOMIEN				BARRÉMIEN		Aptien		
	Marne argileuse noirâtre.	Argile ferrugineuse et minéral de fer. Sables et grès ferrugineux. Sables blancs.	Marne bleue.	Calcaire à Spatangues.	Marne argileuse, jaune.	Argile ostréenne.	Sables et argiles bigarrés.	Sables ferrugineux Minerai de fer oolithique.	Argiles à Plicatules.
<i>Gyrodus sculptus</i> CORNUEL...	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Mesodon</i> cf. <i>gigas</i> L. AGASSIZ.	.	.	.	+
<i>Mesodon robustus</i> CORNUEL ²	+	.	.	.
<i>Mesodon autissiodorensis</i> SAUVAGE ³	+	.	+	.	.	.
<i>Mesodon Couloni</i> (L. AGASSIZ) PICTET et CAMPICHE ⁴	+
<i>Microdon Muensteri</i> (L. AGASSIZ) PICTET et CAMPICHE...	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Microdon varians</i> CORNUEL...	.	.	.	+	.	+	.	.	+
<i>Anomæodus ? Ricordeaui</i> SAUVAGE	.	.	.	+
<i>Ellipsodus incisivus</i> CORNUEL ⁵	+
<i>Protosphyæna</i> sp.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Clupeidarum ? neocomiensis</i> PRIEM	.	.	.	+	+

Leymerie a figuré, comme « pharyngien de *Pycnodus* », un vomer qui a été trouvé dans le Néocomien de Venduvre (Aube) et qui est probablement celui d'un *Mesodon*, peut-être de *M. Couloni* [A. LEYMERIE. Mémoire sur le Terrain crétacé du département de l'Aube (suite). *Mém. S. G. F.*, V, p. 33, pl. xviii, fig. 6; 1842]. Gervais a donné de ce vomer une figure qui est symétrique de celle de Leymerie [P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie française, t. II. Explication des Planches [P. GERVAIS. Poissons fossiles, p. 6 (2^e édition, 1859, p. 523), pl. LXIX, fig. 19; 1852].

5. Plusieurs autres *Pycnodontidés* ont été signalés dans le Néocomien du Bassin de Paris; mais, les débris qu'on en connaît ne sont guère déterminables:

Le type de « *Pycnodus* » *heterotypus* CORNUEL [J. CORNUEL. Description de débris de Poissons fossiles provenant principalement du calcaire néocomien du département de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 613, pl. xi, fig. 12] est un fragment de vomer, peut-être d'un des *Mesodon* néocomiens connus par leurs spléniaux.

Pycnodus quadratifer CORNUEL [J. CORNUEL. *Id. Id.*, (3), V, p. 615, pl. xi, fig. 21, 22] est fondé sur un débris indéterminable.

On ne peut considérer comme établie la présence de *Cælodus Mantelli* L. AGASSIZ et de *Microdon Hugii* L. AGASSIZ, dans le Néocomien du Bassin de Paris, d'après les restes insuffisants que leur a rapportés Cornuel [J. CORNUEL. *Id. Id.*, (3), V, p. 616, pl. xi, fig. 23. — J. CORNUEL. Note sur de nouveaux débris de *Pycnodontes* portlandiens et néocomiens de l'Est du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 160].

le splénial droit qui est figuré sous le n° 6 de la planche VI, et qui appartient à la collection Hébert.

La denture spléniale de « *Pycnodus* » *Muensteri* ne se distingue pas de celle des *Microdon* ; elle présente les caractères suivants :

1° Les dents de la rangée interne sont petites et circulaires.

2° Celles de la rangée principale sont arrondies au bord interne, souvent obliquement tronquées au bord externe. Les plus postérieures atteignent une largeur qui comprend au moins trois fois leur longueur.

3° Les dents de la rangée intermédiaire sont très petites, à peine plus grandes que celles de la rangée interne ; elles sont circulaires ou légèrement ovalaires.

4° Enfin, les dents de la rangée externe — dont une seule est conservée dans le splénial figuré (pl. VI, fig. 6) — sont transversalement ovalaires et un peu plus grandes que celles de la rangée intermédiaire.

« *Anomæodus* » *confertus* A.-SMITH WOODWARD¹, du « Cambridge Greensand » (= Vraconnien), est établi sur un splénial qui est presque identique à ceux de *M. Muensteri*. Un seul caractère les distingue : l'élargissement, relativement moins rapide chez le premier que chez les seconds, de la rangée dentaire principale, en allant de l'avant vers l'arrière.

Gisement : Calcaire à Spatangues (Néocomien supérieur). — Localité : Sermaize (Marne).

Enfin, quelques dents incomplètes, réduites à leur moitié inférieure, et rappelant celles du genre *Protosphyræna*, ont été rencontrées dans le Calcaire à Spatangues, à Vassy (Haute-Marne). Elles sont comprimées, lisses, arrondies aux bords antérieur et postérieur.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

J'ai été amené, par l'étude des matériaux de la collection Tombeck, à reviser la faune ichthyologique du Crétacé inférieur (Néocomien, Barrémien, Aptien) du Bassin de Paris. Cette étude et cette revision sont résumées dans le tableau des pages 466 et 467.

La faune ichthyologique du Crétacé inférieur du Bassin de Paris a de grandes affinités avec celle du Jurassique moyen et supérieur. Elle est remarquable par l'abondance des Pycnodontidés, qui tous, ou presque tous, appartiennent à des genres très répandus dans le Dogger et dans le Malm.

1. A.-SMITH WOODWARD. A Synopsis of the Remains of Ganoid Fishes from the Cambridge Greensand. *Geol. Mag.*, (4), II, 1895, p. 209, pl. VIII, fig. 3.

Le genre *Asteracanthus*, qui vient s'éteindre dans le Néocomien, est représenté, dans le Néocomien du Bassin de Paris, par une espèce qui semble avoir vécu depuis le Bathonien. *Notidanus Muensteri*, du Calcaire à Spatangues, se rencontre dès l'Oxfordien.

Si l'on compare cette faune du Crétacé inférieur à celle du Crétacé moyen et supérieur, on voit qu'elle se distingue immédiatement de cette dernière par le très faible développement des Lamnidés. Les Lamnidés, qui, à partir de l'Albien, vont prendre une place prépondérante dans toutes les faunes ichthyologiques marines, ne sont guère représentés, dans le Crétacé inférieur du Bassin de Paris, que par une espèce (*Odontaspis macrorhiza* mut. *infracretacea*), laquelle y est d'ailleurs fort rare et passera, en se modifiant légèrement, dans le Crétacé moyen et supérieur. Enfin, l'absence, dans le Crétacé inférieur, du genre *Ptychodus*, si caractéristique du Crétacé moyen et surtout du Crétacé supérieur, vient encore accentuer les différences qui séparent les deux grandes faunes crétacées.

En résumé, la faune ichthyologique du Crétacé inférieur du Bassin de Paris apparaît comme une survivance de la faune jurassique. A ses nombreux éléments à affinités jurassiques, s'ajoutent seulement quelques formes très rares, qui vont s'épanouir brusquement dans le Crétacé moyen et supérieur.

II. Poissons du Crétacé supérieur (Cénomaniens et Sénoniens).

ELASMODUS CRASSUS HÉBERT

PL. VI, fig. 7.

- 1 854. *Aptychus crassus*. E. HÉBERT. Tableau des fossiles de la Craie de Meudon. *Mém. S. G. F.*, (2), V, p. 368, pl. xxviii, fig. 8 a, 8 b.
1906. *Elasmodus crassus*. M. LERICHE. Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines. *Thèse de doctorat et Mém. Soc. géol. Nord*, V, p. 70.

Hébert a décrit, comme aptychus, des fossiles de la Craie de Meudon, à *Belemnitella mucronata*, que j'ai récemment reconnus pour être des dents mandibulaires d'*Elasmodus*. Les deux exemplaires figurés par Hébert sont des fragments de dents mandibulaires gauches d'individus de grande taille.

Les collections géologiques de la Sorbonne renferment une dent mandibulaire gauche d'*Elasmodus*, qui a été recueillie par V. Lemoine à Sézanne (Marne), dans la Craie à *Belemnitella mucronata*. Cette dent (pl. VI, fig. 7) est incomplète ; il lui manque sa partie externe et le grand triturateur médian. Sa face inférieure, ayant perdu la mince couche osseuse qui la revêtait, montre le tissu lamelleux dont sont constitués les triturateurs (fig. 7a).

Quoique de beaucoup plus petite taille que les deux dents de Meudon figurées par Hébert, celle de Sézanne appartient incontestablement à la même espèce (*Elasmodus crassus* HÉBERT).

Les dents mandibulaires de cette espèce sont minces, fortement incurvées dans le sens transversal et prolongées, à l'angle antéro-interne, en un bec très proéminent. Leur face symphysaire (fig. 7) est très étroite. Leur face orale (fig. 7), entre le bord symphysaire et le grand triturateur médian, est assez fortement concave. Elle présente, le long du bord antérieur, une étroite bande amincie qui rend ce bord tranchant.

La face inférieure (fig. 7a) est assez régulièrement convexe. Les lamelles du triturateur symphysaire sont falciformes. Par suite de leur brusque changement de direction à une certaine distance du bord symphysaire, elles forment, dans leur ensemble, deux bandes longitudinales, d'inégale largeur et parallèles à ce dernier bord. Dans la bande interne, qui est la plus étroite, elles sont dirigées transversalement, assez écartées, légèrement arquées, avec leur convexité tournée vers l'avant. Dans la bande externe, elles sont beaucoup plus rapprochées et fortement inclinées d'avant en arrière et de l'intérieur vers l'extérieur.

Les lamelles des petits triturateurs situés entre le triturateur symphysaire et le triturateur médian sont assez écartées, plus ou moins flexueuses et dirigées transversalement.

Les dents mandibulaires de l'*Elasmodus* du Sénonien supérieur du Bassin de Paris se distinguent nettement, par leur épaisseur beaucoup moins considérable, de celles d'*Elasmodus Greenoughi* L. AGASSIZ¹, du Maëstrichtien de la Belgique. Elles sont plus voisines des dents mandibulaires de l'espèce paléocène et éocène, *E. Hunteri* EGERTON ; elles en diffèrent cependant par leur épaisseur moindre, par leur incurvation plus prononcée, par leur bec plus allongé, enfin, par leurs lamelles symphysaires, dont la bande interne est plus large et dont l'écartement, dans cette même bande, est plus grand.

CYLINDRACANTHUS CRETACEUS DIXON

PL. VI, fig. 8.

1850. *Cælorhynchus cretaceus*. F. DIXON. The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex (2^e édition, 1878, p. 406) (le nom seulement), pl. xxxii, fig. 10.

1. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 350, pl. xl, fig. 11-16; 1838-1843.

A.-SMITH WOODWARD. Notes on some Fish-remains from the Lower Tertiary and Upper Cretaceous of Belgium, collected by Monsieur A. Houzeau de Lehaie. *Geol. Mag.*, (3), VIII, 1891, p. 112, pl. iii, fig. 17.

J'ai trouvé un fragment de rostre de *Cylindracanthus* au milieu d'un lot de fossiles recueillis par M. Carin, préparateur à la Faculté des Sciences de Lille, dans le tourtia¹ cénomanien d'Aix-Noulette (Pas-de-Calais). Ce fragment (pl. VI, fig. 8) est très légèrement déprimé ; sa section est presque circulaire ; sa surface est couverte de fines cannelures longitudinales ; il est parcouru par un petit canal central. On peut, par ce fragment, se représenter le rostre entier. Celui-ci devait être identique au rostre, trouvé dans la Craie supérieure d'Angleterre, que Dixon a figuré, sans description, sous le nom de *Cœlorhynchus cretaceus*.

Le rostre de l'espèce crétacée se distingue de celui de l'espèce commune dans l'Éocène, *Cylindracanthus rectus* L. AGASSIZ, par la plus grande finesse de ses cannelures.

Les *Cylindracanthus*, dont la position systématique fut longtemps discutée, sont, comme je l'ai montré², de vrais Xiphiidés.

Cylindracanthus cretaceus est la plus ancienne espèce du genre, actuellement connue. Le tourtia d'Aix-Noulette, qui appartient au Cénomanien inférieur, est la plus ancienne formation dans laquelle cette espèce a été rencontrée.

NOTE SUR LES POISSONS NÉOGÈNES DE LA CATALOGNE

PAR **Maurice Leriche.**

PLANCHE VI, fig. 9.

M. le chanoine J. Almera a eu l'obligeance de réunir, pour m'en confier l'étude, tous les restes de Poissons rencontrés jusqu'ici dans les formations néogènes de la Catalogne.

Ces restes consistent surtout en dents de Raies et de Requins. Ils appartiennent aux espèces suivantes :

TRYGON CAVERNOSUS PROBST

Sous les noms de *Raja cavernosa* PROBST, *R. rugosa* PROBST, *R. strangulata* PROBST, *R. rhombidens* PROBST, le pasteur Probst³

1. Sous le nom de tourtia, on désigne, dans le Nord de la France, le gravier de base des formations crétacées, en particulier du Cénomanien et du Turonien.

2. M. LERICHE. Note préliminaire sur des Poissons nouveaux de l'Oligocène belge. *Bull. Soc. belge Géol., Pal. Hydr.*, XXII, 1908, PV., p. 382-383.

3. J. PROBST. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, XXXIII, p. 75-80, pl. I, fig. 1-13, 16 ; 1877.

a décrit et figuré des dents de *Trygon*, provenant de la Mollasse miocène de Baltringen (Wurtemberg), qui paraissent avoir appartenu à la même espèce. Ces divers noms correspondent à différentes formes de dents, qui sont simplement fonction de la position différente de ces dents sur les mâchoires.

Dans les dents de *Trygon cavernosus*, la face orale ou antérieure de la couronne est légèrement convexe, lorsqu'elle n'a pas encore été atteinte par l'usure. Son bord postérieur forme une sorte de bourrelet qui fait saillie sur la face postérieure. Celle-ci est partagée par un pli obsolète en deux faces planes ou faiblement concaves.



FIG. 1. — *Trygon cavernosus* PROBST.
Dent latérale, grossie sept fois.
Étage : Helvétien.
Localité : San-Pau d'Ordal (province de Barcelone).

Les branches de la racine sont, dans les dents médianes, fortes et un peu divergentes ; dans les dents latérales, elles sont relativement moins développées et parfois à peu près complètement cachées par la face postérieure de la couronne.

Une dent (fig. 1) provenant de l'Helvétien de San Pau d'Ordal (province de Barcelone) présente tous les caractères des dents latérales de *Trygon cavernosus*.

MYLIOBATIS sp.

Le genre *Myliobatis* n'est représenté que par des fragments de dents médianes, spécifiquement indéterminables.

HELVÉTIEN. — Localités : Rocas de l'Averno de Can Batista, San Sadurni de Noya (province de Barcelone), Vilafranca (Panadès, province de Barcelone).

RHINOPTERA sp.

Des dents isolées de *Rhinoptera* sont caractérisées par leur forme allongée et par leur couronne plate et mince. Par leurs dimensions, elles indiquent une espèce d'assez grande taille.

Plusieurs espèces de *Rhinoptera* ont été signalées dans le Néogène, mais elles n'ont pu encore être nettement définies. Il est, par suite, impossible, actuellement, de rapporter, avec certitude, à l'une ou à l'autre de ces espèces, les dents trouvées dans le Néogène de la Catalogne.

HELVÉTIEN. — Localités : San Pau d'Ordal (Panadès, province de Barcelone), San Sadurni de Noya (province de Barcelone).

Quelques épines de Trygonidé ou de Myliobatidé ont été rencontrées dans l'Hélvétien (Rocas de l'Averno de Can Batista et San Pau d'Ordal). Leur face antérieure est lisse et assez fortement bombée; elle est parcourue, dans sa partie inférieure, par un sillon longitudinal, médian. Les denticules marginaux sont assez gros et courts.

ODONTASPIS ACUTISSIMA L. AGASSIZ

BURDIGALIEN. — Localités : Altafulla, Vilaseca (province de Tarragone).

HELVÉTIEN. — Localité : San Sadurni de Noya (province de Barcelone).

PLAISANCIEN. — Localité : Papiol (province de Barcelone).

ODONTASPIS CUSPIDATA L. AGASSIZ

TORTONIEN. — Localité : Montjuich, près Barcelone.

OXYRHINA HASTALIS L. AGASSIZ

BURDIGALIEN. — Localités : Altafulla, Calafell, Vilaseca (province de Tarragone).

TORTONIEN. — Localité : Montjuich, près Barcelone.

CARCHARODON MEGALODON L. AGASSIZ

BURDIGALIEN. — Localités : Barà, Calafell (province de Tarragone).

HELVÉTIEN. — Localité : Montjos (province de Barcelone).

TORTONIEN. — Localité : la Granada (Panadès, province de Barcelone).

Cette espèce a aussi été rencontrée dans le Miocène de Mahon (îles Baléares).

CARCHARIAS (APRIONODON) sp.

BURDIGALIEN. — Localité : Vilaseca (province de Tarragone).

SPHYRNA PRISCA L. AGASSIZ

Cette espèce, dont le type provient du Miocène de l'île de Malte, est assez commune dans le Miocène de la Catalogne. Les dents bien conservées montrent que les crénelures des bords de l'émail, toujours très fines, s'étendent jusqu'à la pointe de la couronne.

BURDIGALIEN. — Localité : Calafell (province de Tarragone).

HELVÉTIEN. — Localité : San Sadurni de Noya (province de Barcelone).

PLAISANCIEN. — Localité : Papiol (province de Barcelone).

HEMIPRISTIS SERRA L. AGASSIZ

HELVÉTIEN. — Localités : Beguda-Hortons (Panadès, province de Barcelone), San Sadurni de Noya (province de Barcelone).

Des dents isolées (canines et molaires) de Sparidés ont été rencontrées dans le Burdigalien [Bará (province de Tarragone)], dans l'Helvétien [Rocas de l'Averno de Can Batista, San Sadurni de Noya, Vilovi (province de Barcelone)] et dans le Tortonien (Montjuich, près Barcelone).

TETRAODON, sp.

PL. VI, fig. 9.

Le fragment de demi-mâchoire de *Tetraodon* qui est figuré sous le n° 9 de la planche VI est l'un des restes les plus intéressants qu'ait fournis le Miocène de la Catalogne. L'étage et la localité d'où il provient sont malheureusement inconnus.

Ce fragment représente la partie antérieure et tranchante d'une demi-mâchoire, celle où les lames dentaires sont mises à nu. Ces lames, qui sont superposées et bien visibles à la face externe, ne sont découvertes, à la face interne, que sur une faible étendue. Le bord oral est assez tranchant.

Cette demi-mâchoire se distingue de celles de *Tetraodon Scillae* (ex L. AGASSIZ) LAWLEY¹ — espèce assez répandue dans le Pliocène de la Toscane — par sa moins grande épaisseur et par son bord oral plus tranchant, décrivant, dès la symphyse, une courbe régulièrement concave.

Les espèces qui viennent d'être signalées dans les terrains néogènes de la Catalogne sont, à l'exception de *Tetraodon* sp., les éléments ordinaires de la faune ichthyologique du Néogène de l'Europe méridionale et occidentale, et de l'Amérique.

1. R. LAWLEY. Nuovi studi sopra ai Pesci ed altri Vertebrati fossili delle Colline Toscane, p. 80, pl. III, fig. 3 a-c; 1876.

COUPE DU VERSANT MÉRIDIONAL DES PYRÉNÉES AU NORD DE LA PROVINCE DE BARCELONE

PAR **O. Mengel.**

J'ai signalé aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (17 mai 1909) l'existence sur le revers méridional de l'extrémité orientale des Pyrénées d'un accident tectonique remarquable. Dans les *Comptes rendus des collaborateurs de la Carte géologique* (campagnes 1908 et 1909), j'en ai poursuivi l'étude depuis la Seo de Urgel jusqu'à Amélie-les-Bains, et j'ai essayé quelques conclusions sur les causes probables du plongement vers le Nord de la bordure primaire de la zone centrale.

Voici, en attendant une étude plus complète, une succession succincte des terrains que donnerait une coupe NS. normale à cet accident, prise de la Sierra de Catllaras au Puig Llansada en passant par la Pobla de Lillet, village situé au Nord de la province de Barcelone.

1. — Grès, poudingues et conglomérats formant les hautes falaises de « Turó de les Dameses ». De l'Ouest à l'Est, suivant une bordure d'abord sensiblement WSW.-ENE. vers le Monastir de la Pobla de Lillet, cette formation détritique vient successivement en contact, par superposition normale ou renversement, avec un Primaire métamorphique comprenant notamment des griottes dévonien¹ et reposant sur le soubassement granitique de Serrat Negre, puis avec le Sénonien, le Garumnien, le Trias, le Nummulitique, le Trias et de nouveau, jusque vers Figueras, le Nummulitique.

A partir de 500 mètres à l'Est du Monastir la ligne de contact, soit avec le Trias (cargneules, calcaires noirs et en plaquettes, gypses rosés très froissés à quartz bipyramidés et à axinite), soit avec le Nummulitique, est marquée par une bande de gypse blanc très homogène et peu contourné. Ce gypse affleure à Campdevanol, San Juan de las Abadesas, Olot, Tortella, Beuda, Besalu, etc.

Il se trouve stratigraphiquement placé entre le Lutécien moyen et l'Oligocène.

2. — Marnes jaunâtres et rosées avec calcaires blancs compacts ou bréchoïdes; on a ici une zone de friction. Plus à l'Ouest, cette zone moins comprimée donne le Garumnien à lignite de Malaneu.

3. — Calcaires noduleux à Rudistes alternant avec des bancs marneux à *Orbitoides*; ils sont sensiblement verticaux.

1. Pour M. L. M. Vidal, le métamorphisme se serait exercé sur les conglomérats qu'il considère comme crétacés (Nota acerca del sistema cretaceo de los Pirineos de Cataluña », 1878). Pour ma part, je n'ai point remarqué d'action métamorphique sur ces conglomérats et je suis plutôt porté à les ranger dans l'Oligocène.

4. — Calcaires jaunâtres et marnes grises gréseuses à *Hippurites radiosus* DES MOUL., *Apricardia*, sp., *Hemipneustes*, etc. suivis de calcaires à *Exogyra pyrenaica*, et *Rhynchonelles*.

5. — Marnes gréseuses avec brèches provenant de grès sous-jacents à radioles d'Oursins ; marnes jaunes ou rosées avec plaquettes de gypse fibreux ; grès bruns et barres de calcaires blancs avec quelques nodules concrétionnés (donnent les pics de Catllaras) ; plaquettes de calcaires marneux séparés par des bancs de lignite.

6. — Calcaires blancs marneux, pétris de *Rhynchonelles* globuleuses. Ils renferment quelques Hippurites identiques à ceux de la zone 4. A ces calcaires succèdent des calcaires de même texture mais à concrétions siliceuses et abondamment pourvus en *Exogyra pyrenaica*. C'est un niveau constant que j'ai retrouvé à Cerdañola, la Nou.

7. — Calcaires gréseux brun jaunâtre ; niveau également constant, retrouvé à Falgars, Cerdañola.

8. — Calcaires bleus, blanc jaunâtre à la surface, pétris d'*Orbitoides*. Ce calcaire à *Orbitoides* me paraît être un niveau très important, aussi bien par la netteté de sa situation dans la série, que par sa continuité. Je l'ai vu de La Pobla de Lillet à Falgars, de la station de Baga à Cerdañola et de la station de Figols à La Nou¹.

9. — Calcaires blancs à Polypiers, *Cyclolites*, *Hippurites*, *Sphærolites*. Ces calcaires renferment par places des *Miliolidés* et quelques rares sections d'*Alvéolines*. Je vois en eux l'équivalent des calcaires crétacés à *Alvéolines* que j'ai déjà signalés à Figueras et San Miguel de Culera.

De 6 à 9 le plongement est NNW.

10. — Brèches calcaires avec étroites bandes de marnes jaunâtres ou rosées, visibles par places seulement ; c'est la réapparition des affleurements garumniens 2 et 5.

12. — Calcaires en dalles du Lias. Ils sont très développés au Sud de La Pobla de Lillet où ils constituent, avant leur disparition à l'Est sous le Crétacé, les abrupts des Espadats de Vilardell. Je les ai trouvés également à l'Est de la station de Baga, à la station de Serchs, et à la Baga de la Torra où ils se relieut au Lias connu venant de Gosol.

12. — Plaquettes de l'Infralias.

13. — Plaquettes marneuses avec gypse rosé à cristaux de quartz bipyramidés.

14. — Cargneules et calcaires noirs du Trias ; ces derniers en affleurements très discontinus et généralement verticaux (on les trouve notamment au confluent du rio del Roquerol et de l'Arija, entre Baga et Guardiola, au col de la Escriga, entre la station de Figols et celle de Serchs).

15. — Marnes bleues avec bandes de calcaires marneux ou de grès du Lutécien moyen à *Nummulites Lucasanus* DEF., *Assilina granulosa*. J'ai remarqué au contact avec le Trias quelques lambeaux de calcaires à *Alvéolines* du Nummulitique ; leur présence ici me semble

1. Il est très développé également plus à l'Ouest du col de Nargó à la Penella.

d'ordre tectonique. Le village de La Pobla de Lillet repose sur des marnes grises et calcaires marneux bleuâtres plongeant au Sud, et s'étage entre les deux paliers sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention. Ici le palier inférieur est à 20 mètres du lit actuel de la rivière et le palier supérieur à 60 mètres.

16. — Calcaires et marnes jaunes, rougeâtres et parfois rutilantes, à *Ostrea stricticostata* RAUL., et à lumachelles de petites Huîtres lisses ; c'est un niveau constant sur tout le revers méridional, au moins jusqu'à San Juan de las Abadesas.

17. — Calcaires à ciment (Clot del Moro).

18. — Calcaires et marnes à *Assilina Leymeriei* D'ARCH.

19. — Plaquettes marneuses à *Operculina ammonica* LEYM.

20. — Calcaires bleus à *Ostrea uncifera* LEYM., à individus de grande taille (14 cm.), très nets à Forat de Covertró près San Juan de las Abadesas.

21. — Calcaires bleus compacts à *Miliolites* et à lumachelle de petites Huîtres lisses.

22. — Alternance de barres calcaires (dont la première est celle du Salt del Pas de l'Os) et de bandes marneuses, légèrement rutilantes ou jaune verdâtre.

23. — Alternance de marnes rouges et de grès rouges du Trias inférieur. Cette formation est parfois légèrement discordante avec la précédente : entre la Fageda et Arols par exemple.

24. — Pointements de microgranites et d'orthophyres faisant partie de l'*alignement Camprodon-Pla de San-Tirs*¹.

25. — Schistes micacés noir bleuâtre, souvent gréseux, alternant avec des poudingues renfermant de nombreux fragments de lydiennes.

26. — Affleurement au milieu de cette dernière formation d'une bande EW., de 4 à 5 mètres d'épaisseur, composée de schistes carbonifères et de calcaires noirs à *Orthocères* et à *Gastropodes* identiques à ceux du Gothlandien d'Ortodo. Ces schistes et calcaires sont accompagnés d'une brèche de calcaires jaune-cire ou rosés en plaquettes qui rappellent les plaquettes du Dévonien inférieur du Martinet.

Je montrerai ultérieurement dans une série de coupes englobant la succession que je donne actuellement, que l'apparition de ce Gothlando-Dévonien au milieu du Carbonifère est jusqu'à un certain point indépendante de la formation suivante n° 29, et doit être considérée plutôt comme une conséquence du renversement des couches que j'ai déjà signalé à Nava, au Nord-Est du Puig Llansada.

27. — Calschistes rosés, puis calcaires amygdalins gris à *Clyménies*, *Orthocères* et *Encriues* (pseudo-griottes de Bellver et de San Juan de las Abadesas).

28. — Lits de *lydiennes*, ayant parfois jusqu'à trois mètres d'épaisseur.

29. — Griottes roses et calcaires à Polypiers du Dévonien supérieur.

1. Une course récente m'a montré que cette ligne d'affleurement des microgranites se poursuivait à l'Ouest par Gramos jusqu'à Bahen, pénétrant ainsi, avec le Carbonifère qui l'accompagne, au milieu de la zone ophitique Gerri-Sort.

Les fossiles que j'ai recueillis sont à l'étude. M. Toucas à qui j'ai soumis, entre autres, un beau spécimen d'Hippurite de la couche n° 4 y a déjà reconnu l'*Orbignya radiosa* DES MOUL. que M. L. M. Vidal avait d'ailleurs déjà signalé en cette région.

Les Hippurites de la couche n° 9 non encore déterminés, s'éloignent sensiblement des précédents pour se rapprocher, quelques-uns, de *H. Heberti*. Cette couche me paraît être celle où M. L. M. Vidal signale *H. organisans* et *H. bioculatus*.

Sans attendre la détermination complète de mes fossiles et en me laissant guider par celle qu'en a faite pour le Crétacé M. L. M. Vidal, je crois pouvoir dès maintenant donner la classification provisoire suivante des formations post-liasiques dont je viens de parler.

1 est l'Oligocène. De 15 à 21 on a l'Éocène.

2, 5, 10 et 22 représentent le Garumnien (auct). — 2 et 10 en synclinaux écrasés et 5 formant un synclinal à flanc nord renversé. Les synclinaux 2 et 5 se rejoignent dans la région du vieux castel de la Pobla par une terminaison périclinale sur les couches 3 et 4.

4, 6, 7 et partie de 3, représenteraient le Maëstrichtien.

8, 9, le Campanien supérieur.

Le Crétacé a été étudié par plusieurs auteurs, par M. L. M. Vidal et M. L. Carez notamment, et plus complètement que je ne le fais ; mais aucun, je crois, n'a signalé les couches à *Orbitoïdes* en cette région.

M. Eusebio Sanchez, qui le premier a parlé du pointement granitique de Serrat Negre, n'avait point remarqué le Primaire métamorphique qui l'accompagne, et que je signale je crois pour la première fois ; j'ai même reconnu dans son voisinage des traces de grès et marnes rouges du Trias, mais non métamorphiques.

Les formations 12 à 14 n'avaient pas davantage été signalées, que je sache, dans les régions de la Pobla, Baga et Serchs. Le gypse à cristaux de quartz bipyramidés a bien été mentionné sous le nom de gypse éruptif, mais sans être rapporté au Trias. Cette couche gypseuse me paraît avoir eu, au point de vue tectonique, un rôle très important sur lequel je reviendrai ultérieurement. En certains points les formations infrasecondaires n'affleurent pas, elles sont alors recouvertes par le Crétacé qui vient directement en contact anormal avec le Lutécien¹.

De 15 à 23 on a une série normale à plongement sud. A partir de 25 c'est le plongement nord qui prédomine. En 25, 26 et 28 on reconnaît le Carbonifère, mais en série renversée et recouvert par le Dévonien également renversé.

1. Cet ensemble se trouve entre Surroca et S. Juan de las Abadesas, mais en série localement renversée.

Séance du 23 mai 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Émile Gaudriot**, ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. A. Lacroix et L. Mémin.

E. Chabanier, ingénieur, chef de laboratoire aux usines de la Vieille-Montagne, à Viviez (Aveyron), présenté par MM. A. Dereims et Louis Gentil.

Quatre présentations sont annoncées.

M. Emm. de Margerie offre, de la part de l'auteur, l'ouvrage de M. le Général **Berthaut**, intitulé : « Topologie ; Étude du Terrain ¹ ».

Ces deux beaux volumes, destinés principalement aux topographes militaires, intéresseront aussi les géologues à cause des très nombreuses reproductions de levés à grande échelle, exécutés en France et dans l'Afrique du Nord, et pour la plupart inédits, qui en forment comme le fond ; l'éminent directeur du Service géographique s'est surtout attaché, dans le texte, à donner un commentaire raisonné de cette remarquable collection, au point de vue de l'origine des accidents du sol.

M. Emm. de Margerie présente le 1^{er} fascicule de la *Geologische Rundschau, Zeitschrift für Allgemeine Geologie*, organe de la *Geologische Vereinigung* dont le siège est à Francfort.

Cette nouvelle Revue de Géologie générale, qui paraîtra tous les deux mois, est rédigée par MM. G. Steinmann (Bonn), W. Salomon (Heidelberg) et O. Wilckens (Bonn), et publiée par la maison W. Engelmann à Leipzig (abonnement : 12 marks). Elle comprendra des articles de fond, consacrés particulièrement à la mise au point des questions de Tectonique, de Pétrographie, de Morphologie, de Géologie chimique, de Métallogénie, de Stratigraphie comparée, etc., ainsi que des comptes rendus d'ouvrages groupés par matières et une chronique donnant des nouvelles de l'Enseignement, des Sociétés Savantes, etc.

Dans le numéro qui vient de paraître, et qui porte la date du 26 avril 1910, figure un travail de **A. Tornquist** sur *Les Alpes et les*

1. 2 vol. in-4°, x-674 p., 264 pl. Paris, 1909-1910. Publication du Service géographique de l'Armée.

Apennins en Sardaigne et en Corse, où il est fait usage dans une large mesure des récentes études de nos confrères, MM. Deprat, Maury et Termier. M. le Prof. **Steinmann** y commence en outre la publication d'un mémoire sur *Les phénomènes orogéniques et les roches massives dans les Cordillères de l'Amérique du Sud*. Suivent une série d'articles sur *Les progrès de l'Analyse des roches*, le *Métamorphisme de contact*, la *Géologie du Pétrole*, la *Structure des Alpes dans le dernier volume de l'Antlitz der Erde*, etc.

M. Louis Gentil offre un tiré à part de quatre notes publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* : 1° « Sur la constitution géologique du massif des Beni Snassen (Maroc) » (séance du 22 juin 1908); 2° « Sur la formation du détroit de Gibraltar » (séance du 3 mai 1909); 3° « Résultats stratigraphiques d'une mission en Chaouïa (Maroc) » (séance du 17 mai 1909); 4° « Sur l'extension dans la Chaouïa des tirs ou terres fertiles du Maroc occidental » (14 juin 1909).

M. de Launay offre un mémoire sur la « Métallogénie de l'Asie Russe » (204 p. et 5 pl. dont 2 en couleurs).

Ce mémoire, paru dans les *Annales des Mines*, forme deux chapitres d'un ouvrage actuellement à l'impression sur « les Richesses minérales et la géologie de l'Asie », où l'auteur s'est proposé d'interpréter la formation des gîtes métallifères par la géologie générale et de déterminer les lois qui régissent les provinces régionales métallogéniques d'après leurs rapports avec les accidents orogéniques, leur profondeur de cristallisation et leur âge.

M. Léon Bertrand a été très étonné, à la lecture du Compte Rendu sommaire de la dernière séance, d'y trouver imprimé le texte d'une réplique de M. Carez à la suite des observations que lui-même avait faites à la longue communication de celui-ci. Il regrette de n'avoir pas entendu cette réplique, qu'il n'aurait pas laissée sans réponse, car il ne peut accepter de laisser M. Carez prendre acte d'une adhésion à l'idée générale de chevauchements de même valeur dans les deux sens sur un même versant des Pyrénées; il suffit de se reporter au mémoire qu'il a publié dans le *Bulletin du Service de la Carte géologique* et présenté à la Société, pour savoir, sans ambiguïté, que son opinion à cet égard n'est pas conforme à celle de M. Carez. M. Léon Bertrand tient à bien affirmer que, dans ses observations à la suite de la communication de M. Carez (qu'il ne faut pas confondre avec la communication qu'il a faite ensuite au nom de M. Mengel), il s'en était tenu strictement à ce qui figure dans sa note imprimée et qu'en particulier, il n'avait fait aucune allusion aux idées de M. Carez sur la tectonique pyrénéenne, qu'il se réserve de discuter plus tard, en même temps que divers points de la synthèse stratigraphique à laquelle celui-ci a abouti.

G. Ferronnière. — *Potamides cf. Basteroti M. DE S. à Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan).*

Lors d'une excursion à Redon, j'ai reconnu parmi des fossiles recueillis par M. Herpin, professeur au Collège de cette ville, à Saint-Jean-la-Poterie, un *Potamides cf. Basteroti M. DE S.* de même forme que ceux du Redonien du Pigeon-Blanc.

Ces fossiles ont été recueillis lors du creusement d'un puits, lequel a fait connaître que les argiles à poteries avec nodules¹ à la base desquelles se trouvent les fossiles surmontent des sables rouges probablement en continuité avec ceux de la vallée voisine de la Bousseleia.

Ph. Glangeaud. — *Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez.*

Les monts du Forez offrent une série de particularités (notamment une dissymétrie géographique et géologique) sur lesquelles j'ai déjà attiré l'attention² mais ils présentent aussi d'autres caractères que je désirerais mettre brièvement en lumière.

I. — Le *versant oriental* qui domine le bassin de Montbrison, grande cuvette tertiaire, tassée à sa base, est criblé de cheminées volcaniques et de restes de coulées qui ont déjà fait l'objet d'études de Grüner et Le Verrier. Ces cheminées sont encore plus nombreuses qu'on ne le supposait, car l'activité volcanique s'est manifestée sur ce versant jusque près de l'axe de la chaîne.

On n'avait jamais signalé d'éruptions volcaniques sur le *versant occidental*. J'ai été assez heureux d'y trouver une douzaine de pointements basaltiques échelonnés du Sud au Nord sans compter ceux qui se montrent à l'extrême Nord du Forez aux environs de Vichy.

On peut donc dire que les *deux flancs du Forez ont été volcaniques*, mais à des degrés divers.

On ne manquera pas d'être frappé du fait : que si l'ampleur des phénomènes volcaniques a été plus grande sur le versant oriental que sur le versant occidental, cela semble bien dû à la différence d'extension des territoires effondrés aux pieds de la chaîne, territoire beaucoup plus grand à l'Ouest (bassin de Montbrison), qu'à l'Est (petit bassin d'Ambert).

II. — Les deux versants des monts du Forez présentent immé-

1. Ces nodules sont composés, non de carbonate de strontiane comme l'indique M. Vasseur, mais simplement de carbonate de chaux.

2. PH. GLANGEAUD. Architecture de la partie centrale des monts du Forez. *CR. Ac. Sc.*, CL, 1910, p. 804. — Les formations archéennes, l'ancienne couverture et les plissements des monts du Forez. *Id.*, p. 942.

diatement sous leur axe orographique une série de cirques débouchant par des émissaires plus ou moins longs dans les deux bassins précités (cirques de la Chamba, de Valcivières, de la Rodarie, de Chalmazel, etc.). J'ai observé que ces cirques, dominés par des hauteurs atteignant une moyenne de 1400 m. et s'élevant jusqu'à l'altitude 1640 m., offrent dans leur ensemble deux séries de *méplats échelonnés*, se reliant étroitement et permettant de concevoir qu'ils ont fait partie de deux séries de *cuvettes* emboîtées, à fond peu incliné. Ces méplats sont réunis actuellement par des parois à pentes raides.

Les vallées qui débouchent de ces cirques présentent des caractères analogues.

Il m'a paru que si l'on peut expliquer ces caractères topographiques par *deux cycles d'érosion*, en relation avec des changements de niveau de base des cours d'eau, il était peut-être plus vraisemblable de songer à l'*action glaciaire*.

Dans ce cas, on aurait eu alors dans les monts du Forez deux *phases glaciaires* (auges des cirques, méplats des vallées) séparés et suivis par *deux phases de surcreusement*.

Je n'ai pu constater jusqu'ici l'existence de dépôts morainiques sur le versant occidental mais j'espère être plus heureux sur le versant oriental où l'on observe des dépôts dits alluviaux très développés¹.

L'hypothèse glaciaire dans les monts du Forez est d'ailleurs si plausible qu'elle s'impose à l'esprit.

Cette chaîne montagneuse possède, en effet, un relief comparable comme étendue à celui du massif du Mont-Dore (courbes au-dessus de 1 300 m.) et beaucoup plus accentué que ceux du Cezallier et de la chaîne de l'Aubrac. Or, dans ce dernier, en particulier, qui présente un relief plus faible que celui des monts du Forez, MM. Fabre et Boule ont montré que les phénomènes glaciaires ont été très importants.

On ne peut donc douter que les glaciers n'aient recouvert les monts du Forez aux mêmes époques.

L. Mengaud. — *Sénonien supérieur des environs de Santander.*

La côte rocheuse qui se développe à l'W. de Santander, après les plages du Sardinero, est formée par une série de grès jaunâtres ou gris-bleu, plus ou moins calcaires, représentant le Sénonien à faciès néritique.

1. J'ai constaté dans une récente exploration du Forez des caractères glaciaires indiscutables : forme en berceau et profil en escalier des vallées, gradins de confluence, cascades, tourbières dans les cirques glaciaires et enfin de vraies moraines,

Maestre¹ en 1864 puis Mallada² en 1904 ont donné une liste des fossiles de ces couches. Plus récemment Jimenez de Cisneros³ a indiqué, en plus des Echinides déjà cités aux environs du phare de Cabo Mayor, *Galerites albogalerus* KLEIN, puis une *Alectryonia* voisine de *A. larva*, une *Exogyra* et une *Nerita* ressemblant à *N. rugosa* (*Otostoma ponticum* D'ARCH.)

L'année dernière, au mois de septembre, une excursion faite dans ces parages m'a donné un certain nombre d'échantillons qui me permettent de confirmer entièrement les découvertes de mon confrère espagnol auquel revient le mérite d'en avoir le premier donné connaissance. Il me semble utile, toutefois, d'ajouter quelques détails en précisant les points fossilifères et d'indiquer certaines comparaisons intéressantes.

Sur le plateau du phare de Cabo Mayor, qui domine la mer de 80 mètres environ, abondent les fossiles siliceux. En plus des Spongiaires, connus et signalés par tous ceux qui ont visité ce point, on trouve de nombreux moules d'*Echinocorys* et le sol est jonché de rognons de calcédoine. Dans l'ensemble ce gisement rappelle beaucoup celui de la métairie du Paillon près Saint-Martory (Petites Pyrénées de la Haute-Garonne).

A l'W. du phare, dans la falaise, les grès (plongeant vers l'W.) sont remplis de débris d'Inocérames, d'Huîtres, de Polypiers et de Bryozoaires. A la hauteur du sémaphore et près du pont naturel (Puenteforado) on peut recueillir: *Nerita* (*Desmieria*) *rugosa* HOENINGH. et *Hemipneustes pyrenaicus* HÉBERT typiques.

Un peu plus à l'E., vers le Cabo de Lata, on trouve des *Galerites* très voisines des *Galerites* d'Auzas (Petites Pyrénées) et de nombreuses *Orbitoides* qui paraissent être *Orbitoides socialis* LEYM⁴.

Il y a donc au sommet du Sénonien de Santander une faune maëstrichtienne très nette présentant les plus grandes analogies avec celle du même âge des Petites Pyrénées.

Au-dessus du Maëstrichtien, avant d'atteindre le Nummulitique (Lutécien) de San Pedro del Mar, on trouve des calcaires spathiques, puis des calcaires blancs sublithographiques rappelant assez les calcaires lithographiques à faune de Rognac connus

1. A. MAESTRE. Descripción física y geológica de la provincia de Santander. Junta general de estadística. Madrid, 1864.

2. L. MALLADA. Explicación del Mapa geológico de España, t. V. Sistemas, infracretáceo y cretáceo. Madrid, 1904, Comisión del Mapa geológico.

3. D. JIMENEZ DE CISNEROS. Boletín de la Real Soc. esp. de Hist. nat. Febrero 1910, p. 131 à 134.

4. Les Orbitoïdes ont été déterminées au laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Toulouse par M. le professeur Paquier par comparaison de coupes minces des échantillons cantabriques avec des exemplaires de Saint-Marcet, d'où provenaient des types de Leymerie.

depuis longtemps dans les Petites Pyrénées. Une étude ultérieure montrera si ce rapprochement provisoire doit être conservé.

Louis Gentil et Jean Boussac. — *Sur la présence du Priabonien dans le Nord du Maroc.*

M. Gentil soumet à la Société une carte géologique du Nord du Maroc. Dans les environs de Tanger et, d'une manière générale, entre la côte atlantique et la chaîne de l'Andjera, se développe une succession épaisse débutant par des calcaires marneux gris, surmontés d'argiles schisteuses avec lits calcaires ou gréseux et se terminant par des grès siliceux, parfois micacés, fins ou grossiers, entremêlés d'argiles schisteuses bariolées en rouge ou en vert. Cette formation dont la puissance totale atteint ou dépasse 400 m. est considérée, depuis le voyage de Coquand au Maroc en 1845, comme appartenant à l'Éocène, à cause de la présence de *Chondrites Targionii* STERN., *C. intricatus* STERN., signalés par cet auteur¹.

Depuis, les voyageurs qui se sont succédé, notamment Bleicher, ont confirmé cette détermination; mais on n'avait pas apporté de ce faciès flysch de Tanger d'autres documents paléontologiques que des empreintes d'Algues qui ont permis de citer de nouvelles espèces comme *Zonarites alcicornis* F. O., *Chondrites arbuscula* F. O., etc.².

Les empreintes sont très fréquentes aux environs immédiats de Tanger, surtout dans les calcaires marneux exploités comme pierre à chaux; mais leur valeur stratigraphique est des plus précaires.

L'un de nous, à son premier voyage au Maroc, en 1904-1905, a pu parcourir la région de l'Andjera située à l'Est de Tanger. Il a observé au djebel Stitouïra des lentilles d'un calcaire gréseux, pétri de petites Nummulites. Des surfaces polies de cette roche ont permis à M. Boussac de reconnaître de nombreuses *Orthophragmina* toutes petites, semblables à celles qu'on trouve partout dans le Priabonien, de constater l'absence complète des grandes espèces de Nummulites, d'*Orthophragmina* et d'Alvéolines de l'Éocène moyen, et enfin la présence de *Nummulites Fabianii* PREVER. Cette dernière espèce suffit à elle seule pour démontrer qu'il s'agit indubitablement du Priabonien.

Les faits qui précèdent ont une certaine importance. La série

1. Coquand plaçait cet ensemble dans les grès et calcaires à Fucoïdes. *B. S. G. F.*, (2^e), IV, p. 1230-1235, 1847.

2. ED. BONNET. Contribution à la flore tertiaire du Maroc septentrional. *CR. Ac. Sc.*, 9 avril 1906.

argilo-gréseuse que nous venons de citer et qui recouvre de grandes surfaces dans le Nord du Maroc, s'étend en effet à d'immenses étendues dans tout le Nord-Africain, formant tout un complexe désigné, sans autres documents paléontologiques que des empreintes d'Algues signalées en plusieurs points en Algérie, sous le nom de Ligurien, Numidien, etc. Leur limite inférieure est souvent définie par leur superposition à des calcaires nummulitiques de l'Éocène moyen mais leur limite supérieure est le plus souvent indéterminée.

Il nous paraît intéressant de signaler avec certitude dans ce complexe la présence du Priabonien.

M. J. BOUSSAC insiste sur la présence de *N. Fabianii* dans les calcaires à *Lithothamnium* intercalés dans les grès de l'Andjera et pense qu'il s'agit bien là du Priabonien.

J. BOUSSAC. — *Observations sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune du Cherichira.*

Il est vraisemblable qu'il n'y a pas seulement du Priabonien, mais bien d'autres choses dans les grès de Numidie, d'Algérie et de Tunisie; il y a certainement de l'Oligocène comme l'a fait remarquer M. L. Pervinquière, dès 1900; mais il y a plus: toute la faune dite « priabonienne » découverte par le commandant Flick dans les grès du dj. Batene el Guern et dj. Cherichira étudiés depuis par M. Pervinquière¹ est certainement oligocène. Ces grès renferment, entre autres fossiles: *Scutella striatula* MARCEL DE SERRES, du Stampien de Bordeaux (calcaire à Astéries); *Clypeaster biarritzensis* COTTEAU, du Stampien de Biarritz (Lou Cout) et du Piémont: Dego, Cassinelle, Sassello, etc.; *Latrunculus caronis* BRONGNIART sp. (*Nassa*) de l'Oligocène du Vicentin, du Piémont et de Clumanc; *Pecten arcuatus* BROCCHI sp., qui apparaît dans le Priabonien, mais est surtout développé dans l'Oligocène de Biarritz, du Piémont et du Vicentin.

Une telle faune ne peut pas être placée plus bas que l'Oligocène et est vraisemblablement stampienne.

J. BOUSSAC. — *Sur la présence du Priabonien en Égypte.*

Répondant à une observation de M. Henri Douvillé, M. J. BOUSSAC dit que la faune du Cherichira n'est pas connue jusqu'à présent en Égypte. Les couches de l'oasis d'Aradj et du lac Sittrah, classées par Blankenhorn dans l'Oligocène inférieur, sont en

1. Cette faune se retrouverait même en Algérie, à Boghari, d'après M. Pervinquière.

réalité priaboniennes. On y cite d'habitude *Nummulites intermedius* d'ARCHIAC; or le dessin de la Harpe qui représente cette forme d'Égypte est précisément devenu la figure type de *N. Fabianii* PREYER; on y trouve aussi des *Orthophragmina*, et *Clypeaster Breunigi* LAUBE qui existe dans le Priabonien du Vicentin. On a là une véritable faune priabonienne, inconnue jusqu'à présent dans l'Afrique du Nord en dehors des environs de Tanger.

Louis Gentil. — *Sur la structure du Haut-Atlas marocain.*

La tectonique du Haut-Atlas occidental a fixé l'attention de nombreux voyageurs, parmi lesquels : Maw, J. Thomson, O. Lenz, Fischer, M. Brives et M. Paul Lemoine, et il me semble possible, après mon dernier voyage jusqu'à Agadir, de donner une idée de la structure de cette grande chaîne.

Des mouvements calédoniens sembleraient indiqués par la présence fréquente d'un conglomérat à la base du Dévonien, mais cette donnée mérite d'être corroborée par de nouvelles observations.

La chaîne hercynienne, par contre, a laissé des traces manifestes, et son âge carbonifère supérieur est déterminé par la superposition discordante du Permien au Dinantien fossilifère. Ses plis sont en général déversés vers le Sud, ils sont dirigés NNE. dans la partie occidentale, NW. au delà du col de Telouet, à peu près NS., dans la région de Tikirt; si bien qu'il faut admettre, dans la région inexplorée du djebel Bou Ourioul, une convergence de ces plis de même âge.

La chaîne hercynienne n'a pas tardé à être démantelée, transformée en une vaste pénéplaine qui embrassait non seulement la région de l'Atlas, mais toute la *Meseta* marocaine, ainsi que je l'ai montré l'an dernier. Puis un morcellement de cette chaîne carbonifère, concomitant des puissantes éruptions permienues (et peut-être aussi du Trias inférieur), de trachytes, d'andésites et de basaltes, intéressait l'emplacement actuel du Haut-Atlas qui était en même temps envahi par les mers jurassiques.

Un mouvement encore mal défini produisait ensuite, par un jeu des fractures de la fin du Primaire, la surrection d'un massif, formant îlot dans les mers du Crétacé inférieur, que je désignerai du nom de *massif central du Haut-Atlas*. Il a été décapé de sa couverture secondaire et il est entouré par des dépôts arénacés ou lagunaires du Crétacé inférieur tandis qu'à l'Ouest se succèdent les différents niveaux crétacés qui m'ont fourni les riches faunes déterminées par M. W. Kilian.

Il semble bien que ces faunes marquent le bord méridional du géosynclinal qui contournait à l'Ouest la *Meseta* marocaine pour

aller se relier avec le géosynclinal dinarique dont les traces, indiscutables dans la région de Tanger, établissent la liaison avec les dépôts similaires du Tell algérien.

La transgression cénomaniennne a recouvert, au moins partiellement, la première ébauche de l'Atlas, tandis qu'à partir du Turolien les mers crétacées sont en régression.

Des plis tertiaires sont venus se superposer aux plissements carbonifères et leur allure a été déterminée par le bord fracturé des anciens plis après le morcellement de la chaîne hercynienne, de sorte que la *première ébauche du Haut-Atlas date de la fin des temps primaires*.

Il s'est établi un régime d'anticlinaux et de synclinaux parallèles à la direction générale de la chaîne et dont la structure rappelle, dans la zone littorale, le régime plissé décrit par E. Ritter dans le djebel Amour et les Oulad Nayl : *le Haut-Atlas fait suite à la chaîne saharienne de même que le Rif semble former le prolongement de l'Atlas tellien*.

Les plis tertiaires sont, en outre, poussés vers le Nord de sorte que je suis amené à voir dans le Haut-Atlas marocain un substratum primaire, anciennement plissé avec déversement de ses plis *vers le Sud* et une couverture secondaire, jurassique ou crétacée, qui a subi plus tard des mouvements tertiaires avec déversements produits en sens contraire, *vers le Nord*.

Après la grande phase des plissements tertiaires il s'est produit, par rémission des forces tangentielles, des tassements sur les deux versants, de part et d'autre du massif central du Haut-Atlas déjà dessiné au début du Crétacé.

Ainsi se sont formées les *régions effondrées d'architecture tabulaire* de Haouz de Marrakech au Nord, du Sous et du Draa au Sud ; et la décompression qui en est résultée a, par un nouveau jeu des plis carbonifères, provoqué une *tendance à la structure en éventail de l'axe de la chaîne*. C'est très vraisemblablement à ce moment que le revers méridional de la chaîne a été le théâtre des imposantes éruptions trachytiques et phonolitiques dont j'ai révélé l'existence au djebel Siroua, à la naissance de l'Anti-Atlas. Si l'on parcourt le Haut-Atlas de l'Est vers l'Ouest, on voit les plis tertiaires passer sur le massif central puis s'abaisser rapidement vers la côte et finalement s'enfoncer sous les eaux de l'Océan. Les deux anticlinaux du cap R'ir et d'Agadir forment le prolongement de la haute chaîne et vont *s'envoyer sous l'Atlantique pour réapparaître aux îles Canaries*, tandis que les brachyanticlinaux qui surgissent plus au Nord, jusqu'au djebel Hadid, sont en dehors du Haut-Atlas proprement dit. L'âge des divers plis de l'Atlas est

récent ; le Plaisancien a, au même titre que des grès tortoniens à *Ostrea crassissima*, été plissé.

Le chenal qui sépare l'archipel des Canaries du Continent africain s'est formé, de même que le détroit de Gibraltar, par l'*effondrement d'une aire d'ennoyage*, mais à une époque plus récente, pliocène supérieure ou quaternaire. Des observations minutieuses sur les côtes sud-marocaines où j'ai constaté la présence d'une série de plages, soulevées de 0 à 100 m., et aux îles Canaries, pourraient remettre en question l'histoire de l'Atlantide et des Atlantes de Platon si, contrairement à l'opinion des philosophes qui ont commenté son œuvre, cette histoire n'est pas un mythe.

NOTE SUR LES FRACTURES DE LA LIMARGUE ENTRE SAINT-VINCENT ET BOUSSAC (LOT)

PAR G. Mouret.

La région de la Limargue forme une bande d'une largeur moyenne de six kilomètres, comprise entre le Massif Central et le Causse de Gramat.

Nous n'envisagerons ici que la partie située sur la feuille de Gourdon et s'étendant, par conséquent, de la grande faille de Padirac au Nord, à la vallée du Célé au Sud ¹.

Cette région est occupée par des grès houillers, représentant probablement plusieurs deltas, et par la série des étages secondaires, depuis les grès dits triasiques, jusqu'aux couches à *A. aalensis* ².

Tout ce complexe serait, d'après notre confrère M. E. Fournier (notice géologique de la feuille de Gourdon), affecté de quelques ondulations dirigées normalement au pendage général vers le SW. et les couches se présenteraient ainsi avec une allure festonnée, leurs affleurements restant cependant disposés en zones concentriques régulières, ainsi que le figure la carte géologique de Gourdon.

Telle est bien, en effet, *dans l'ensemble*, l'allure générale ; elle rappelle celle des affleurements du bassin parisien.

1. Mes observations relatives à la partie de la Limargue comprise sur la feuille de Figeac ont été publiées dans le *Bulletin des Services de la Carte géologique de France*.

2. Sur la carte annexée à cette note, les couches à *A. aalensis*, composées de calcaires, sont englobées avec les couches bajociennes du Causse.

Mais j'ai reconnu, en poursuivant des explorations détaillées, commencées depuis longtemps, et que je viens de terminer, que les masses sédimentaires ont été grandement disloquées, comme partout ailleurs sur la bordure du massif ancien. Il existe, outre une multitude de petites fractures difficiles à observer en raison de leur faible rejet, des failles importantes qui interrompent la continuité des affleurements et altèrent la régularité de leur succession; la même couche peut, en effet, reparaître plusieurs fois du Sud-Ouest au Nord-Est, malgré le plongement général vers le Sud-Ouest.

Ces failles sont, les unes transverses à la direction des couches, les autres parallèles ou à peu près, à cette direction et à la limite des terrains anciens.

Failles transverses. — La plus importante des failles transverses est la faille de *Padirac* (feuille de Brive), que j'ai depuis longtemps signalée. Elle se poursuit, vers l'Est, jusqu'à la faille NS. de St-Vincent, qui limite le Massif Central. Il est possible qu'elle soit due au mouvement qui a produit celle-ci; je n'ai pas en tout cas, au milieu des schistes cristallins, observé son prolongement à l'intérieur du massif, et peut-être se raccorde-t-elle purement et simplement à la faille de St-Vincent.

Parallèle à la faille de Padirac, et avec le même regard nord, est la faille d'*Alvignac* (feuille de Brive); celle-ci, moins étendue, et avec un rejet bien inférieur, se prolonge quelque peu sur la feuille de Gourdon, en s'infléchissant vers le Sud-Est. Grâce à cet inflexion, les affleurements toarciens d'Alvignac se trouvent rattachés sans interruption, par Lavernhe, à ceux de Gramat.

Puis vient la faille transverse d'*Aynac*. Elle n'a ni la longueur, ni le rejet important de la faille de Padirac. Elle intervient cependant dans la détermination des contours géologiques.

J'ai, en 1904¹, signalé l'amorce de cette faille, à l'Est d'Aynac. Depuis j'ai reconnu qu'elle se prolonge beaucoup vers l'Ouest, en changeant brusquement de direction à la traversée de la vallée de l'Aynac.

Elle coupe ensuite le contrefort élevé de Frayssefont où les calcaires infraliasiques sont juxtaposés aux grès houillers, puis elle décrit un contour au Nord d'Albiac, en suivant une ligne de faite vers Palarel.

Elle ramène ainsi au jour, au Sud d'un lambeau toarcien, les calcaires infraliasiques dont les couches plongent au Sud de 45°. Le lambeau toarcien occupe, d'ailleurs, un petit synclinal parallèle

1. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1903. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, p. 61-62.

à la faille dont il est séparé par un affleurement très mince (parfois 50 cm.) de calcaires à *Pecten æquivalvis*.

La faille d'Aynac, dont le regard est au Nord ou au Nord-Ouest, se prolonge à l'intérieur du massif ancien, vers le Nord-Est. J'ai pu la suivre jusque près de Laubresprie ; au delà, elle se perd dans les schistes, et comme son rejet diminue à partir d'Aynac, il est à supposer qu'elle ne se prolonge pas beaucoup dans cette direction.

A l'Ouest elle s'efface vers Viller.

Au Sud de la faille d'Aynac est la faille transverse de la *Capelle-Marival*, ou *du Bourg*. J'en ai tracé l'amorce sur la feuille de Figeac, et j'ai pu la suivre à l'Ouest jusqu'à Flaujac (feuille de Gourdon) sur seize kilomètres de longueur.

A Flaujac, la feuille de Gourdon figure un petit dôme toarcien. Je n'ai pu observer cet étage, mais j'ai reconnu, en tout cas, la base du Bajocien, juxtaposé à des couches bien supérieures, peut-être bathoniennes, de sorte qu'il n'est pas douteux que la faille s'étende au moins jusque là. Le dôme observé par M. Fournier ne serait qu'une moitié de dôme.

Dirigée NS. à l'Ouest de la Capelle-Marival, elle change ensuite de direction, passe au Nord de l'église de Bourg, et coupe en biais le *Pech de Vic*, hauteur remarquable qui domine toute la contrée, et qui forme d'ailleurs, ainsi que ses abords, un massif singulièrement disloqué.

Le regard de la faille de la Capelle est encore au Nord.

Les failles transverses que je viens de citer affectent les terrains de la Limargue, mais il en est d'autres situées à l'intérieur du Massif Central, et dont j'ai pu reconnaître l'existence grâce à des lambeaux de grès et calcaires respectés par l'érosion.

Parmi celles-ci, outre la faille de Terrou, déjà citée et qui ne paraît pas dépasser les limites de la feuille de Figeac, j'ai à citer la faille de *Leyme*, dont le regard est au Nord, et dont le rejet doit atteindre, malgré le peu de longueur de cette faille, 60 à 100 mètres.

J'ai reconnu aussi l'existence d'une petite faille parallèle à celle de Leyme, avec regard nord, la faille de *Cap de Bos*, située sur un faîte.

Comme celle de Leyme, elle limite au Sud, un dépôt de grès secondaires.

Failles parallèles. — Les failles du second système se succèdent d'une manière presque continue, mais sans se rattacher les unes aux autres. Toutefois elles restent connexes aux failles transverses.

J'en ai, autrefois, signalé deux, la faille de la *Gineste*, au Sud de celle de *Padirac*, et la faille de *Frontenac* au Sud du Célé.

Entre ces failles s'insèrent celles de *Rueyres*, de *Fons* ou *Issept*, et de *Reyrevignes*.

La faille de la *Gineste*, dont l'amorce est figurée sur la feuille de *Brive*, traverse le massif de granite amphibolique de *Saint-Vincent*, et se prolonge plus au Sud qu'il n'est indiqué sur la feuille de *Gourdon*, en subissant un changement brusque de direction vers *Aynac*, qu'elle atteint sans doute, si, comme on me l'a dit, l'entrée du village se trouve sur les calcaires. La faille de la *Gineste*, sert, au Nord, de limite au massif ancien. Son regard est à l'Ouest.

La faille de *Rueyres* est courte ; cependant elle joue un grand rôle dans la détermination des contours géologiques ; c'est à *Rueyres* que, par la disparition des affleurements d'une bonne partie des couches du *Lias* et de l'*Infralias*, la *Limargue* atteint son minimum de largeur. Le causse ne se trouve plus qu'à 1 500 mètres du massif ancien.

Au Nord la faille de *Rueyres* se prolonge par un pli monoclinale qui se rattache vers *Palarel*, à la faille d'*Aynac*.

Au Sud, on perd ses traces vers *Théminettes*, au milieu des calcaires du causse.

Son regard est à l'Ouest.

La faille de *Fons* a une importance assez grande par sa longueur et son rejet. Son regard est au Nord-Est. Je l'ai signalée¹ sur la feuille de *Figeac*, mais elle n'y est pas figurée, la feuille géologique étant déjà publiée. Elle se prolonge, sur la feuille de *Gourdon*, jusqu'au vallon de *Sonac*.

Au delà de ce vallon, on observe bien une fracture située en prolongement, avec le même regard et qui se rattache à la faille de la *Capelle*, mais d'après ce que nous avons pu observer, cette fracture ne traverserait pas le vallon, et ne se reliait pas à celle de *Fons*.

Le long de la faille de *Fons*, sur la feuille de *Gourdon*, les calcaires de l'*Infralias* forment un mince affleurement au milieu des couches marneuses ou calcaires du *Liasien* et du *Toarcien*.

Parallèlement à la faille de *Fons*, et avec le même regard, mais sur une longueur plus petite, et avec un rejet moindre, s'étend, de *Sonac* à *Assier*, la faille d'*Assier*, grâce à laquelle un lambeau bajocien surgit brusquement au milieu des argiles du *Lias* supérieur.

1. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1905. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 1906, p. 81.

La faille de *Reyrevignes* a la même direction et le même regard que celle de *Rueyres*, dont elle est la copie; elle se rattache aussi par un monoclin à une autre faille, celle de *Fons*. Au Sud, elle se prolonge jusqu'à la tranchée du *Pournel*, sur la ligne de *Brive* à *Capdenac*, mais elle ne paraît pas se relier à la faille de *Frontenac*.

Celle-ci, la seule faille figurée sur la feuille de *Gourdon*, l'est seulement jusqu'à *Boussac*. En réalité, elle se poursuit au NW. jusqu'à la route de *Figeac* à *Espédaillac*, puis à partir de cette route, elle s'infléchit brusquement vers l'Est, et vient mourir près du *Pommier* (feuille de *Figeac*).

La faille de *Frontenac*, au Sud du *Célé*¹, se poursuit sur la feuille de *Figeac* où elle a été bien tracée par M. *Thevenin*. Je signalerai toutefois, qu'en certains points de son parcours, elle s'interrompt et passe à un pli monoclin. Au delà de *Foissac*, on perd sa trace dans les calcaires du *Causse*, mais elle ne paraît pas devoir dépasser la ferme de la *Jounade*.

A la faille de *Frontenac*, est subordonnée une courte fracture transverse passant par la *Condamine* au Sud de *Boussac*, et dont le regard est au Sud.

Celle-ci, et d'une manière générale, toutes les petites fractures subordonnées aux grandes failles transversales, ont un rejet assez considérable, relativement à leur longueur.

CONCLUSIONS

Je tirerai des observations qui viennent d'être rapportées les conclusions suivantes :

La bordure sédimentaire du Plateau Central, de la faille de

1. En ce qui concerne les failles de la région située au Sud du *Célé*, j'ai déjà fait connaître dans les *Bulletins du Service de la Carte géologique*, celles qui ne dépassent pas la vallée du *Lot*. Je profite de l'occasion pour signaler celles des fractures de la région située au Sud de cette vallée, qui ne sont pas figurées, ou ne le sont qu'incomplètement sur la feuille de *Figeac*.

Je citerai la faille d'*Ols* qui débute vers le *Pech-le-Long* (feuille de *Figeac*) et se poursuit par celle de *Rodez* où elle s'infléchit vers le Sud-Ouest et où je l'ai suivie jusqu'à la *Vialatte*; son regard est à l'Ouest.

Une autre faille, à peu près de même direction, débute vers le village de *Septfonds*; je l'ai suivie jusqu'au village du *Colombier* (feuille de *Rodez*).

Vers *Salvagnac*, une courte faille transverse, avec regard NW., n'apporte pas grand changement, malgré son rejet relativement considérable, à la direction des affleurements.

Dans la région de *Capdenac*, les tracés de la *Carte géologique* comportent quelques modifications. Notamment la faille de *Naussac* doit être prolongée jusqu'au parallèle de *Capdenac-gare*. Son tracé doit être, en outre, modifié autour de *Naussac*.

J'aurai à signaler d'autres observations sur les fractures de la région; je les réserve pour un mémoire en préparation sur la géologie des environs de *Figeac*.

Padirac à la vallée du Célé n'est pas plissée, mais seulement faiblement ondulée et comme partout ailleurs, de Nontron à Saint-Antonin, elle est disloquée par des failles.

Certaines de ces failles ont une direction transverse à la direction des couches. Elles se prolongent, en faisant un crochet vers le Nord, dans la partie actuellement dénudée du massif ancien ¹. A l'Ouest, elles ne s'étendent guère. Celle d'Aynac n'atteint même pas la région du Causse.

Le regard de ces mêmes failles est au Nord, donc opposé au regard de la plus importante des failles du Sud-Ouest, celle de Meyssac (feuille de Brive et de Périgueux). Entre cette faille de Meyssac et celles de la Limargue s'étend une région affaissée, traversée par la vallée de la Dordogne, région qui entame obliquement le massif ancien.

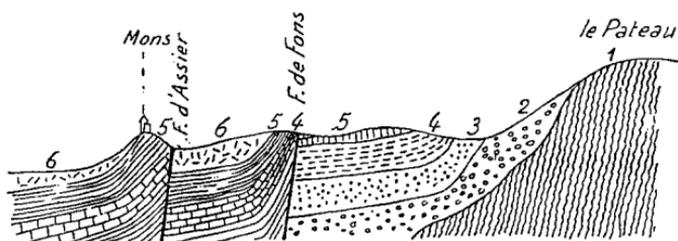


FIG. 1. — Coupe entre MONS ET LE PATEAU.

1, Schistes cristallins ; 2, Houiller ; 3, Trias ; 4, Infralias ; 5, Lias ; 6, Bajocien.

D'autres failles sont dirigées nord-sud, avec regard à l'Ouest (failles de la Gineste, de Rueyres, de Reyrevignes).

D'autres encore (failles de Terrou, de Fons, d'Assier) sont dirigées du NW. au SE., avec regard au Nord-Est, opposé par conséquent au sens du plongement des couches.

Enfin la faille de Frontenac a même direction, mais avec regard au SW.

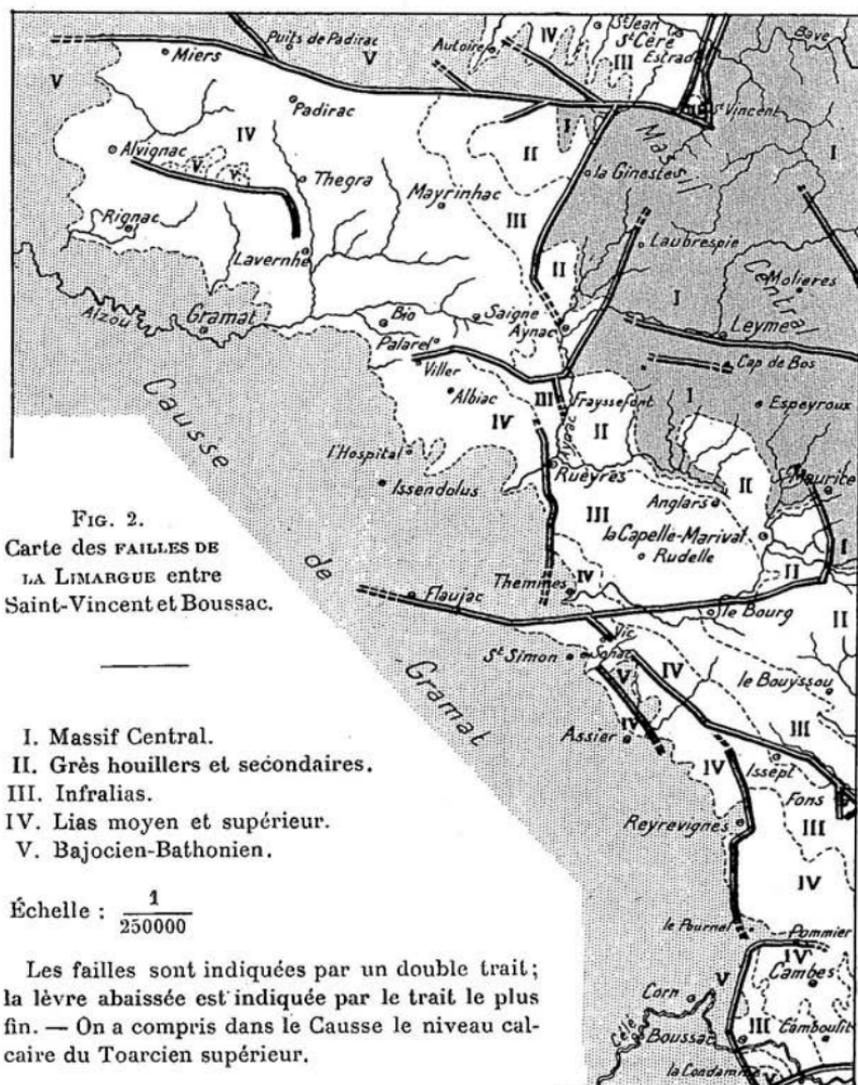
Ainsi donc, dans la région considérée, de même qu'au NW. de cette région, on trouve la preuve que le bassin de l'Aquitaine est dû à des mouvements d'affaissement, qui ont mis en relief la partie sud-ouest du massif des schistes anciens. Mais ce faisant, les couches n'ont pas seulement pris un pendage général vers l'Ouest, elles se sont fracturées suivant diverses directions.

Les fractures les plus importantes ne sont pas, d'ailleurs, comme on pourrait le croire *a priori*, parallèles aux affleurements ;

¹. Failles de Padirac, Aynac, la Capelle-Marival.

les failles transverses semblent découper plus profondément les terrains. A ces cassures transverses nécessairement isolées les unes des autres, se rattachent par l'intermédiaire de plis monoclinaux, les fractures parallèles aux couches.

Dans l'ensemble, toutes ces cassures forment un réseau discon-



tinu. Leurs rejets ne sont pas très considérables, et sauf pour la faille de Padirac, ne dépassent pas 50 à 60 mètres. Cela suffit, d'ailleurs, pour troubler la régularité des affleurements des divers étages de terrain.

En relation avec ce réseau, qui occupe une zone relativement étroite, le long de la bordure du Plateau Central, est le fait du fort pendage des couches vers le Sud-Ouest. On peut même à ce point de vue distinguer deux zones, ou mieux deux lignes concentriques suivant lesquelles les pendages sont le plus prononcés, pouvant atteindre jusqu'à 40°. L'une correspond à la limite du Massif Central, l'autre à celle du Causse. Ce sont là deux lignes d'affaissement brusque, deux plis monoclinaux.

La première de ces lignes correspond aux limites du Massif Central à l'époque du Houiller supérieur. Elle se trouve donc prédéterminée par des mouvements très anciens, et du reste, le bassin de l'Aquitaine, au moins dans sa partie septentrionale, a toujours existé à partir du Stéphanien.

Cette première ligne est dessinée topographiquement par le relief du massif des schistes anciens, qui limite l'horizon.

La seconde est dessinée par un bourrelet, formant la ceinture du Causse, et il est assez remarquable que, dans la région, la crête de ce bourrelet n'est pas occupée par les couches solides du Bajocien, mais par les argiles du Toarcien, ou tout au plus par les schistes marneux à *A. aalensis*.

La coupe schématique de la figure 1, prise entre Mons près Assier, et le Plateau près la Capelle-Marival, illustre l'allure que nous venons de décrire et figure la forme du bord de la cuvette d'Aquitaine.

La carte de la figure 2 met en évidence l'indépendance complète du réseau des failles et du réseau hydrographique. En aucun point de la Limargue le tracé des vallées ne concorde avec une direction de faille ¹.

1. On remarquera aussi, qu'à part les vallées profondes de l'Alzou et du Célé, tous les cours d'eau de la Limargue, en abordant le Causse, prennent un cours souterrain. M. Fournier (*Bull. des Serv. de la Carte géol.*, n° 78) a présenté des observations intéressantes au sujet du tracé de ces cours d'eau dont certaines parties ont été explorées par M. Martel.

Je signalerai à ce sujet, qu'en m'aidant de la carte à courbe de niveau à 1/40000 j'ai pu reconstituer le tracé des anciens cours d'eau à la surface du Causse de Martel, indépendamment des traces qu'ils ont laissées par le dépôt de matières meubles. Il semble possible de faire le même travail pour le Causse de Gramat, et il serait intéressant de comparer les tracés ainsi obtenus aux tracés que l'on attribue, encore un peu hypothétiquement, aux cours d'eau souterrains de la région du Causse de Gramat.

LE SIPHON DES AMMONITES ET DES BÉLEMNITES

PAR F. Grandjean.

Le siphon des Ammonites et des Bélemnites est connu, dans ses caractères essentiels, par les travaux d'un grand nombre de paléontologistes parmi lesquels il faut citer surtout Barrande¹, Sandberger², Hyatt³ et Branco⁴. Certains traits remarquables, comme par exemple la nature chimique si particulière de la paroi siphonale, sont cependant restés dans l'ombre.

J'insisterai, dans ce travail, sur le rôle du phosphate de chaux dans la constitution de la coquille et je passerai en revue, en même temps, certains traits de structure qui n'ont pas encore été signalés, ou dont l'étude n'a pas été faite avec toute l'attention qu'ils méritent, c'est-à-dire *pour les Ammonites* : la structure du siphon et les organes qui lui sont souvent attachés — le *prosiphon* de Munier-Chalmas — la division fréquente de la première loge en deux moitiés symétriques dépourvues de communication — l'existence constante d'une première varice de position très peu variable ; *et en ce qui concerne les Bélemnites* : la forme de la terminaison siphonale, ne pénétrant pas dans la protoconque, sans cœcum renflé ni *prosiphon* et complètement différente de celle qu'on observe chez les Ammonites — enfin le passage graduel de la cloison primitive en phosphate de chaux à la cloison calcaire de l'adulte⁵.

I. NATURE CHIMIQUE DU SIPHON.

1^o *Chez les Ammonites*. — L'enveloppe solide qui entourait le siphon membraneux, enveloppe que l'on peut qualifier elle-même de siphon pour simplifier le langage, a toujours été considérée comme calcaire. J'ai été très surpris de constater, contrairement à l'opinion commune, qu'elle est actuellement formée, dans tous les gisements, par du phosphate de chaux amorphe chimiquement

1. BARRANDE. Études générales. Céphalopodes, 1877.

2. SANDBERGER. Betrachtungen über Siphon, Siphonaldute, Eizelle etc... von Nautilus, Clymenia, Goniatites und Ammonites. *Schrift. der oberh. Gesellsch. für Natur und Heilkunde*.

3. A. HYATT. Fossil Cephalopods of the Museum of comparative Zoölogy, Embryology. *Bull. of the Museum of comp. Zoöl.* vol. III, n° 5.

4. W. BRANCO. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden. *Palaeontographica*, t. 26, 1^{re} partie, et t. 27, 2^e partie.

5. Je tiens à remercier ici MM. H. et R. Douvillé ainsi que MM. Depéret, Riche et Roman de l'obligeance avec laquelle ils ont mis à ma disposition une partie des matériaux de cette étude.

comparable à celui qui constitue les dents fossiles des Vertébrés.

La matière siphonale se distingue nettement de la calcite du test par les seuls caractères macroscopiques : la cassure est conchoïdale et brillante, sans aucune trace de clivage ; la couleur varie du gris clair au noir suivant les gisements et les espèces. Elle est le plus souvent brune, plus sombre que le test. Les esquilles sont transparentes ou seulement translucides sur les bords à la manière des éclats de phosphorite ou de silicex.

Au microscope, dans une section mince d'Ammonite, le siphon se fait remarquer par sa couleur jaune ou brune toujours plus sombre que la calcite du test ou des cloisons ¹. Entre nicols croisés la différence s'accroît : la calcite paraît avec sa haute biréfringence ; le siphon est au contraire complètement noir ; la matière siphonale est donc isotrope ². Cette isotropie est un caractère précieux qui suffit pratiquement à déceler le phosphate de chaux, car elle n'appartient, parmi les minéraux ordinaires des sédiments, qu'à deux autres substances : l'opale et la limonite, lesquelles ne sont pas en question ici. Quant aux matières cornées entièrement organiques, elles ne se sont conservées que dans des gisements très exceptionnels.

Il est d'ailleurs facile de contrôler chimiquement les résultats de l'examen optique ; un petit fragment de matière siphonale se dissout complètement dans l'acide azotique, en dégageant quelques bulles de gaz carbonique, mais seulement au début de l'attaque. La dissolution s'achève sans effervescence et la liqueur limpide obtenue donne un abondant précipité jaune avec le réactif molybdique. La matière siphonale est donc formée surtout de phosphate de chaux mélangé d'un peu de carbonate.

Dans un échantillon de grande taille d'*Oxyntoceras Guibalianum* D'ORB., provenant d'Essey (près de Nancy), j'ai pu réussir à extraire, par triage au microscope, une quantité de matière siphonale suffisante pour une analyse quantitative. Le siphon était noir par réflexion, brun par transparence en lame mince. La couleur foncée n'était pas due à des matières organiques, car une longue calcination ne l'a pas sensiblement modifiée. Voici les résultats rapportés à 100 p. de matière desséchée à 115° :

Phosphate de chaux.....	84	} 100
Carbonate de chaux.....	9,5	
Éléments non dosés.....	6,5	

1. HYATT (*loc. cit.*, p. 83) et BRANCO (*loc. cit.*, 2^e partie, p. 54) ont observé cette différence de couleur, sans en reconnaître la cause.

2. J'ai observé exceptionnellement une anisotropie par bandes floues semblable à celle que montre le phosphate des dents. Cette biréfringence très faible, à limite indécise, ne peut être confondue avec celle de la calcite.

Cette composition ne diffère pas sensiblement de celle des os ou des dents fossiles de Vertébrés supérieurs.

J'ai constaté qualitativement la nature phosphatée du siphon, tant par les caractères optiques que chimiques, dans les espèces suivantes dont je cite en même temps le gisement :

a. GISEMENTS CALCAIRES : *Goniatites Listeri* W. MARTIN (Lower Coal Measures de Shore, Littleborough, Lancashire); *Ægoceras planicosta* Sow. *Arietites Kridion* HEHL. [Lyme-Regis]; *Dactylioceras commune* Sow. [Grand-Cour. Belgique]; *Lioceras subplanatum* OPPEL [Vieux-Pont, Calvados]; *Lytoceras jurensis* ZIETEN (Uhrviller, Alsace); *Lioceras lythense* YOUNG et BIRDS (Whitby); *Ludwigia opalina* REIN. [Gundershoffen]; *Neumayria* sp. [Crussol]; *Acanthoceras rhotomagense* DEFR. [craie cénomanienne, Rouen].

b. MINÉRAI DE FER DE LA VERPILLIÈRE : *Hildoceras bifrons* BRUG., *Phyllóceras heterophyllum* Sow.

c. GISEMENTS PYRITEUX : *Cardioceras cordatum* Sow.; *Oppelia lunula* ZIETEN (Villers); *Oppelia hectica* HARTM. (Lautlingen); *Peltoceras athleta* PHILLIPS, *Oppelia Henrici* D'ORB. (La Billode); *Hoplites neocomiensis* D'ORB.; *Phylloceras semisulcatum* D'ORB. (marnes de la Drôme).

Cette liste, que l'on pourrait allonger indéfiniment, et dans laquelle j'ai laissé de côté, systématiquement, tous les terrains phosphatés où l'on pourrait croire à une épigénie, suffira, je pense, à convaincre de la généralité du fait, et l'on doit nécessairement en conclure que le siphon était déjà en phosphate de chaux dans l'Ammonite vivante.

Le siphon manque quelquefois dans les Ammonites fossiles parce qu'il était faiblement lié aux parois. On le retrouve souvent dans la même loge, dans une position quelconque, mais toujours dans un état de conservation remarquable, certainement plus parfait que celui du test calcaire. L'exemple des Ammonites à remplissage de pyrite, dont le test est fréquemment pyriteux lui-même, et dont le siphon est resté intact, est typique. On sait d'ailleurs, d'une manière générale, que le phosphate de chaux s'altère plus rarement que le calcaire, dans le sol.

2° *Chez les Bélemnites.* — La matière qui constitue le siphon des Bélemnites est identique à celle du siphon des Ammonites. On observe la même couleur brune plus sombre que la calcite du phragmocône, la même cassure, la même absence de clivages, la même isotropie, les mêmes caractères chimiques.

3° *Chez le Nautilus.* — Le seul Nautilus que j'ai pu étudier dans de bonnes conditions (*Nautilus lineatus* Sow. de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux) m'a montré une paroi siphonale bien différente des précédentes. Elle est grise, assez opaque, à bords flous et formée par de petits grains de carbonate de chaux à polarisation d'agrégat. Le siphon, dans cette espèce, ne devait pas

être entouré d'une muraille compacte comme il arrive chez les Ammonites et les Bélemnites. Il était simplement enveloppé par une membrane organique, incrustée de granules calcaires comme dans le Nautile actuel.

Les siphons d'Ammonites et de Bélemnites ne constituent vraisemblablement pas les seuls exemples de formations phosphatées dans la classe des Céphalopodes. *Plesiotheuthis prisca* RÜPP. de Solenhofen, que l'on rapproche d'ordinaire des gladius de Calmars, est constitué lui aussi, en majeure partie, par du phosphate de chaux. Je n'ai eu toutefois entre les mains qu'un seul échantillon de cette espèce et je ne sais si le fait est général.

La nature chimique particulière du siphon étant maintenant bien établie, nous étudierons sa structure et ses rapports avec le test chez les Ammonites, puis chez les Bélemnites.

II. AMMONITES

Le siphon a le plus souvent dans l'adulte une courbure régulière. Toutefois, si l'Ammonite possède une carène crêtée, le siphon peut suivre les ondulations de cette carène (*Oxynoticeras oxynotum* QUENST. Chez les formes pourvues de côtes traversant le plan médian sans s'interrompre, le siphon peut présenter trois manières d'être suivant la distance plus ou moins grande qui le sépare du test : il peut suivre les ondulations de la coquille (*Caeloceras Humphriesi* Sow.), en être indépendant (*Peltoceras athleta* PHILL. jeune) ou enfin s'orner du côté ventral d'une ligne de gros points enfoncés, placés sous chaque côte (*Derocheras Desplacei* D'ORB.).

La surface lisse du siphon est en réalité striée en travers par des lignes en creux très peu marquées (*l*, fig. 1). Ces stries sont les traces extérieures des plans de séparation du phosphate ; ces plans de séparation discontinus qu'il ne faut pas confondre avec des clivages, coupent toujours très obliquement la surface (sous un angle d'environ 45° dans le plan médian) de telle sorte que le siphon se brise d'ordinaire en petits éléments obliques.

Les sections minces montrent fréquemment dans l'épaisseur du siphon, quand cette dernière est suffisante, trois zones distinctes à limites indécises. La zone médiane, la plus constante et la mieux développée, est jaune ou brune par transparence et chargée de granules plus opaques, répandus dans sa masse d'une manière homogène. L'externe, à peu près constante elle aussi, montre des couches concentriques contiguës inégalement colorées, inégalement chargées de granules. L'interne, mal différenciée,

n'est parfois indiquée que par une apparence plus trouble ; il peut y paraître une division en couches concentriques. Les deux zones extérieure et intérieure sont généralement plus sombres que la médiane. Toutes sont parfaitement isotropes. L'existence des couches concentriques permet d'affirmer que la sécrétion du siphon se produisait avec le même genre de discontinuité que celle de la coquille elle-même.

ORGANES ATTACHÉS AU SIPHON. — Ces organes sont des lames de phosphate de chaux. On peut en observer de trois sortes :

1° Dans chaque loge, une *membrane siphonale*, située dans le plan médian et fixée par son extrémité inférieure à la pointe du goulot siphonal. Cette membrane n'a pas été signalée jusqu'ici, du moins à ma connaissance.

2° Dans chaque loge, de minces lames de consolidation liant le siphon aux parois et aux cloisons.

3° Dans la loge initiale, des lames de formes particulières relativement plus développées et attachant le cœcum siphonal aux parois internes de la protoconque. Ces organes sont les *cônes siphonaux* de Hyatt ou le *prosiphon* de Munier-Chalmas.

1° *Membrane siphonale*. — Je ne l'ai observée que dans trois Ammonites : *Lioceras lythenses* (de Whitby), *Arietites Kridion* (de Lyme Regis) et *Oxynoticeras Guibalianum*. Je la décrirai dans cette dernière espèce.

L'unique échantillon sur lequel ont été faites les observations suivantes était celui même, de grande taille et de parfaite conservation, qui a permis l'analyse chimique de l'enveloppe siphonale. Toutes ses loges étaient remplies de belle calcite transparente.

La figure 1 montre la forme et la disposition de la membrane. Elle est en phosphate de chaux brun sombre, identique à celui du siphon. Sa surface est ornée de lignes très fines, en creux, ondulées, semblables à celles que l'on voit sur la surface du siphon (*l'*, fig. 1). Leur direction générale est perpendiculaire au bord libre. Ces lignes correspondent également à des plans de séparation coupant très obliquement la surface de la membrane. Celle-ci est constituée par deux lames très minces qui se séparent tout près du siphon en limitant très nettement un espace prismatique triangulaire, actuellement rempli par de la calcite (fig. 2, *k*). Les deux lames se raccordent tangentielle-ment à la surface siphonale; elles semblent se continuer sur cette surface et former la couche la plus extérieure de la paroi.

Le bord interne de cette membrane n'est bien limité qu'à sa

base vers le goulot siphonal ; plus haut il devient souvent irrégulier et la membrane elle-même s'infléchit vers son extrémité en dehors du plan médian comme le montre la figure 2. J'ai observé cette même inflexion beaucoup plus accentuée dans des échantillons d'*Am. lythensis* et *Kridion* relativement jeunes, et dont les membranes siphonales étaient excessivement minces. Elle ne doit pas surprendre de la part d'un organe aussi délicat qui n'était soutenu pendant la fossilisation que sur une faible partie de son contour.

Chez *Oxyn. Guibalianum* la membrane siphonale occupe en

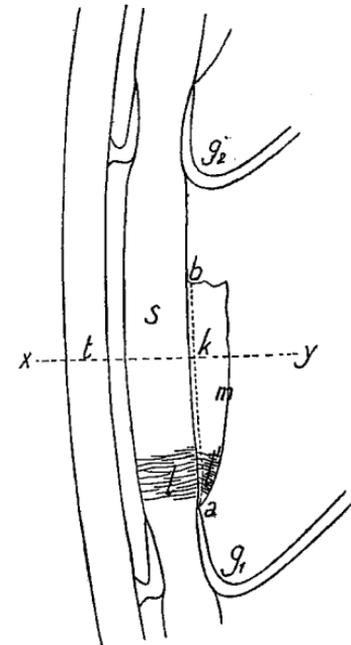


FIG. 1. — *Oxynoticeras Guibalianum* D'ORB. (carrière d'Essey, près Nancy). Coupe dans le plan médian montrant deux goulots siphonaux successifs g_1, g_2 , dirigés vers l'avant, et la membrane siphonale m . L'enveloppe du siphon s et la membrane ne sont pas coupées. La ligne pointillée ab représente l'arête médiane de l'espace prismatique triangulaire compris entre la membrane et le siphon (voyez fig. 2). l, l' , stries de l'enveloppe siphonale et de la membrane. Grossissement 4/1.

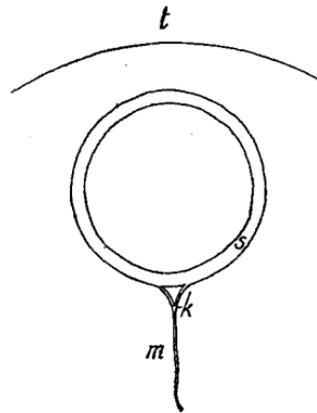


FIG. 2. — Coupe normale à la figure précédente passant par xy ; m , membrane siphonale; s , paroi du siphon; t , test. Grossissement 11/1.

longueur les $2/3$ environ de la grandeur d'une loge. Je l'ai observée, avec les mêmes caractères, dans trois loges successives de l'échantillon précité.

L'existence d'un tel organe suscite un curieux

problème. Si l'enveloppe compacte en phosphate de chaux a pour seul rôle de séparer le siphon membraneux d'avec le vide des loges inhabitées, comment concevoir l'utilité de la membrane siphonale si fortement liée au siphon et qui ne paraît en être qu'un appendice ? Il faut admettre que cette membrane existait dans le corps même de l'animal dont elle représente un organe important ; sa liaison intime avec la paroi

siphonale conduit donc à penser que celle-ci se prolongeait elle-

même à travers le corps de l'Ammonite. La paroi siphonale se serait formée dans la loge d'habitation, pendant tout le cours de l'existence et non pas seulement pendant la période de formation d'une nouvelle loge¹. On sait du reste que la prolongation de la cavité siphonale jusqu'au péricarde a été établie par Owen pour le Nautilé actuel².

2° *Organes de consolidation qui se répètent dans toutes les loges.* — Ces organes sont assez variés, mais leur extrême ténuité n'a permis qu'exceptionnellement leur bonne conservation.

Le plus fréquent est la membrane qui joint le siphon à la cloison vers le point où celle-ci se recourbe en avant pour former le goulot siphonal. Cette mince

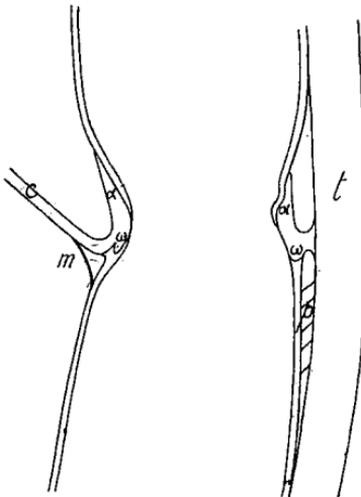


FIG. 3. — *Ludwigia opalina* REIN. (Asselfingen). Coupe du siphon dans le plan de symétrie au passage de la 36° cloison; *p*, ligaments en phosphate liant le siphon à la paroi ventrale; *m*, ligament en phosphate liant le siphon à la cloison; *α*, prolongement antérieur du goulot siphonal; *ω*, prolongement postérieur. Grossissement 72/1.

lame de phosphate de chaux est disposée normalement au plan de symétrie; la figure 3 en représente en *m* la section médiane chez *Amm. opalinus*. Je l'ai trouvée dans un grand nombre d'espèces et de gisements.

D'autres liens, assez fréquemment observables, attachent le siphon à la paroi interne des loges au voisinage du plan médian. La figure 4 les représente en section transversale chez *Lytoceras jurense*. Le siphon se trouve fixé au test un peu comme une conduite suspendue au plafond d'une galerie. Les couches les plus externes de la paroi siphonale s'échappent tangentiellement et viennent se fixer à la coquille par des ramifications dichotomes. Dans des conditions favorables on peut voir les traces extrêmement fines de ces lamelles à la surface du moule.

1. Zittel a décrit et figuré des Ammonites dont le siphon se prolonge un peu dans la loge d'habitation. *Palaeont. Mitth. d. Mus. d. k. Bayer Staates*. Bd. 2 Abtheil. 1. Cephalopoden der Stramberger Schichten, 1868, p. 80. Pl. xii, fig. 3 a.

2. OWEN, R. *Memoir on the pearly Nautilus* (Londres 1832). Voyez aussi une note du professeur VERRILL dans le *Text book of Paleontology* de Zittel (traduction Charles R. EASTMAN. Vol. I, 1900, p. 508).

Elles forment, de part et d'autre du plan médian, deux *bandes striées* (fig. 5) de faible largeur, particulièrement faciles à observer dans le genre *Lytoceras* et chez certains *Phylloceras*. Les stries des deux bandes, bien qu'assez irrégulières, dessinent nettement dans leur ensemble un V très aigu dont l'ouverture est dirigée vers l'arrière de l'animal. Elles peuvent être à peu près longitudinales et parallèles au siphon. Parfois certains feuilletts s'écartent notablement du plan médian et viennent se fixer à la cloison antérieure de la loge, au fond des deux lobules les plus profonds du lobe siphonal [*Holcostephanus Kaschpuricus* TRAUTSCH, *Lioceras lythenses*, *Desmoceras* sp. etc...].

Enfin un dernier type d'organes de consolidation est constitué par des lamelles répétées, perpendiculaires au plan de symétrie, qui partent de la face ventrale du siphon et s'attachent à la paroi des loges. Je ne les ai observées que dans très peu de formes. La figure 3 les montre en *p* dans *Amm. opalinus*. Elles sont homologues du *prosiphon* de l'ovisac.

3° *Appendices du siphon dans la protoconque.* — Les organes décrits précédemment s'observent dans les loges de l'adulte ; les premières loges ne les montrent point. La protoconque au contraire en contient de relativement très développés, destinés sans doute à consolider le fragile cœcum siphonal.

A. Hyatt a décrit ces organes sous le nom de *cônes siphonaux* chez *Ægoceras planicosta* qui en possède plusieurs et chez *Goniatites Listeri* et *G. diadema* qui n'en possèdent qu'un seul¹. Munier-Chal-

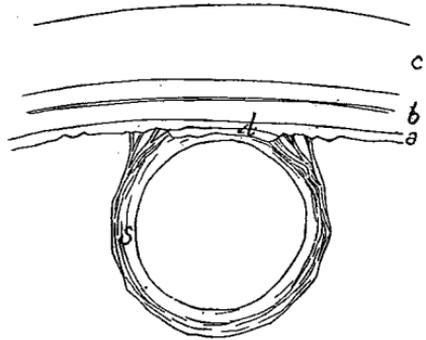


FIG. 4. — *Lytoceras jurensis* ZIETEN (Uhrviller, Alsace). Coupe transversale du siphon montrant les liens qui l'attachent au test. — *a, b, c*, couches du test, en calcite ; *s*, paroi du siphon, en phosphate ; *l*, couche de phosphate adhérent à la couche *a*. Grossissement 34/1.

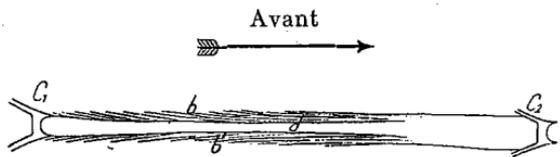


FIG. 5. — Surface du moule de *Lytoceras jurensis*, entre deux cloisons, sur la ligne siphonale ; *C1, C2*, cloisons ; *bb'*, bandes striées ; *d*, dépression occupée antérieurement par la lame de phosphate marquée *l* sur la figure précédente. Grossissement 2/1.

1. A. HYATT, *loc. cit.*, p. 66, 86 et 98. Pl. II, fig. 1 et pl. III, fig. 5.

mas¹, vers la même époque, signalait la présence chez les Ammonites et la Spirule d'un prolongement calcaire du cœcum siphonal, prolongement qu'il proposait d'appeler *prosiphon* et qui aurait remplacé le siphon pendant la période embryonnaire.

J'ai repris l'étude de ces organes, délaissée depuis longtemps, et j'ai pu réussir à observer leurs formes chez plusieurs espèces. Les figures 6 à 10 dessinées d'après des coupes minces exactement médianes, et observées par transparence, résument mes observations².

Les prolongements du cœcum siphonal sont des bandelettes plus ou moins larges et non pas des cônes prenant contact sur tout leur pourtour avec la paroi interne de la protoconque. Le nom de cône siphonal est donc impropre. La disposition de ces bandelettes est exactement la même chez les *Goniatites* et les Ammonites. Elles sont toujours parfaitement distinctes du cœcum lequel possède toujours sa paroi propre contrairement à l'affirmation de Hyatt pour *Goniatites diadema* et *G. Listeri*³. Les bandelettes sont toujours pleines et par conséquent sans communication avec la cavité siphonale ; je n'ai jamais observé la disposition en tube creux dont parle Munier-Chalmas⁴. Quant au prétendu rôle embryonnaire du prosiphon, il ne peut être sérieusement défendu ; la multiplicité de l'organe dans beaucoup d'espèces suffit, je pense, à écarter cette hypothèse.

Le nombre très insuffisant des formes connues ne permet pas de tracer encore l'évolution générale de ces appendices dans le groupe des Ammonites. Il semble cependant qu'on puisse distinguer deux types :

Dans le premier, la bandelette principale est relativement courte et ne dépasse pas le tiers du diamètre de l'ovisac, dans le plan médian. Sa largeur est relativement grande, toujours inférieure cependant à celle du cœcum siphonal (fig. 6, 1). A ce type appartiennent : *Goniatites Listeri* du Carbonifère, muni d'une seule bandelette (fig. 6), *Arietites Kridion* (fig. 7), *Ægoceras pla-*

1. MUNIER-CHALMAS. Sur le développement du phragmostracum des Céphalopodes et sur les rapports zoologiques des Ammonites avec les Spirules. *CR. Ac. Sc.* LXXVII, p. 1557, 1873.

2. Le *prosiphon* est assez difficile à observer et Branco (*loc. cit.* 2^e partie, p. 65) avoue n'avoir jamais pu l'obtenir. On ne doit le rechercher que dans les Ammonites d'une conservation exceptionnelle. L'oolithe ferrugineuse de Bayeux, les calcaires marneux de Gundershoffen et d'Asselsingen, Lyme Regis, les coal balls de Littleborough sont des gisements favorables. La grande difficulté est d'obtenir une coupe exactement médiane, car l'épaisseur du *prosiphon* perpendiculairement au plan de symétrie ne dépasse guère 25 à 30 μ .

3. HYATT, *loc. cit.*, p. 86. Pl. III, fig. 3 et 5.

4. MUNIER-CHALMAS, *loc. cit.*, p. 1559.

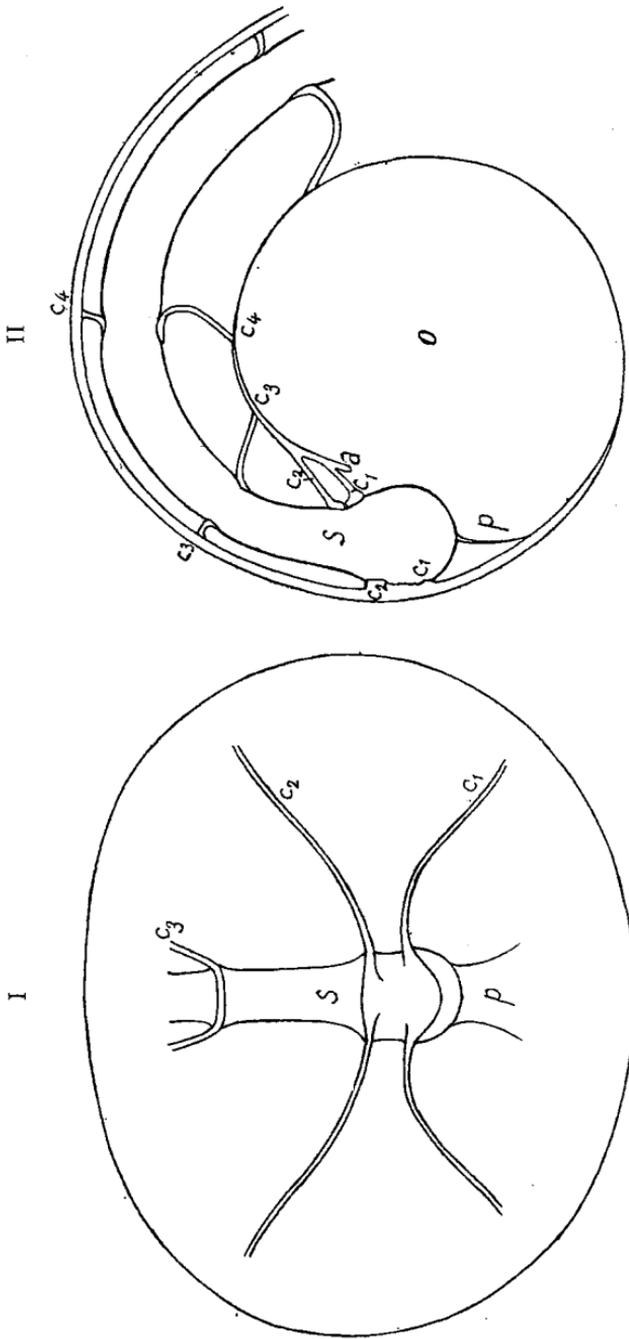


FIG. 6. — *Goniatites Listeri* W. MARTIN (Littleborough). Grossissement 106/1.

I. Vue du siphon par transparence à travers la face ventrale de l'embryon. — II. Coupe par le plan de symétrie. — O, ovisac ou protoconque; S, siphon; P, prosiphon ou bandelette du cœcum; a, arête interne; c_1, c_2, c_3, \dots cloisons successives.

nicosta, *Amaltheus margaritatus* (fig. 8) du Lias inférieur et moyen, pourvus de bandelettes multiples. Le genre *Cardioceras*, de l'Oxfordien, semble se placer dans ce groupe.

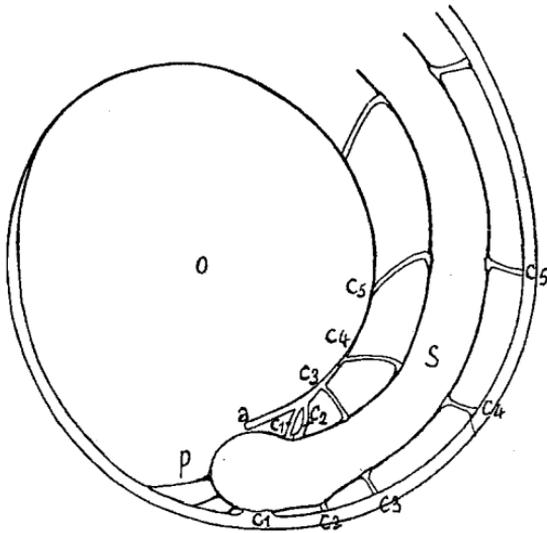


FIG. 7. — *Arietiles Kridion* HEHL. (Lyme Regis). Grossissement 141/1.
Coupe dans le plan de symétrie. Légende de la figure 6.

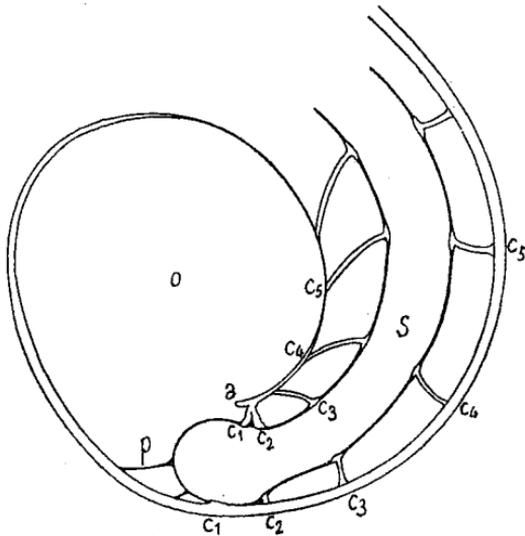


FIG. 8. — *Amaltheus margaritatus* D'ORB. (St-Cyr au Mont d'Or).
Grossissement 106/1.
Coupe dans le plan de symétrie. Légende de la figure 6.

L'autre type de soutien du cœcum siphonal ne s'observe que chez des Ammonites plus récentes. La bandelette est toujours unique, très longue, supérieure à la moitié du diamètre de l'ovisac, dans le plan médian. Elle rencontre la protoconque sous un angle bien marqué en s'y fixant quelquefois par plusieurs rami-

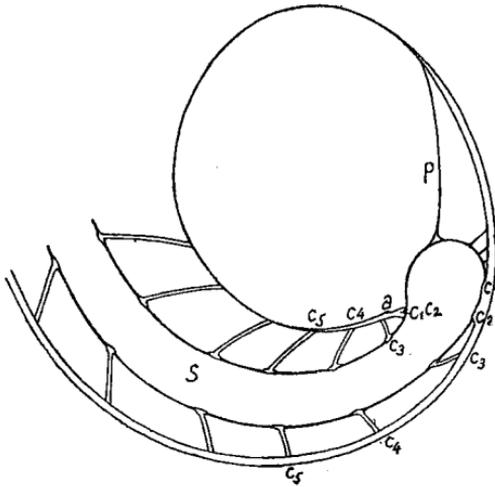


FIG. 9. — *Ludwigia opalina* REIN. (Gundershoffen). Grossissement 106/1.
Coupe dans le plan de symétrie. Légende de la figure 6.

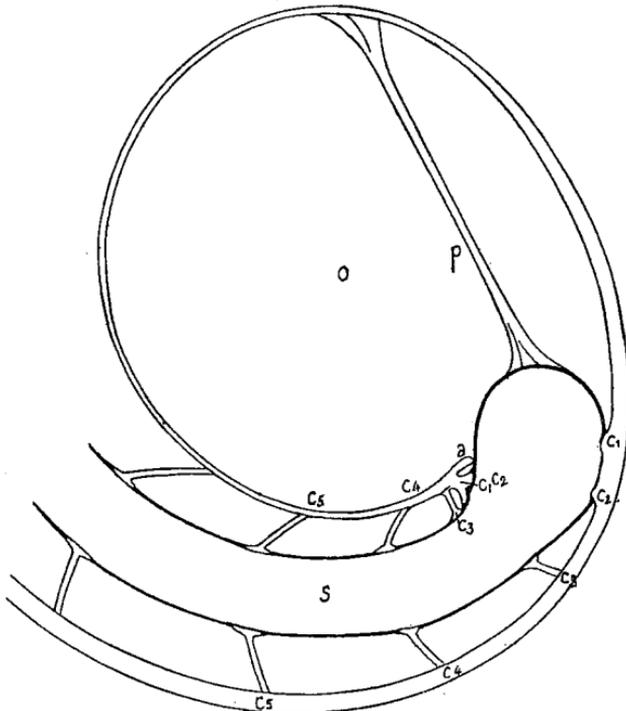


FIG. 10. — *Sphaeroceras Brongniarti* Sow. (Oolithe ferrugineuse de Bayeux).
Grossissement 190/1.
Coupe dans le plan de symétrie. Légende de la figure 6.

fications radiciformes. Elle est très étroite dans sa partie médiane et s'élargit à ses deux extrémités (fig. 11). Tels sont *Parkin-*

sonia Parkinsoni Sow. (fig. 11), *Cœloceras Humphriesi* Sow., *Sphæroceras Brongniarti* Sow. (fig. 10), *Cosmoceras Garanti* D'ORB., du Bajocien. Les genres *Perisphinctes* et *Peltoceras* appartiennent aussi à ce groupe.

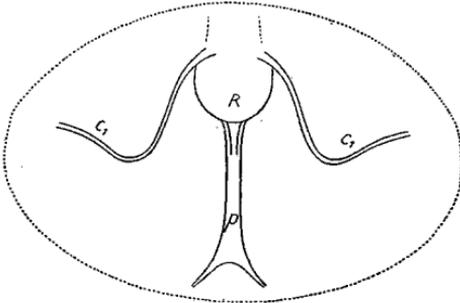


FIG. 11. — *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. (Oolithe ferrugineuse de Bayeux). Grossissement 70/1.

Vue du cœcum (R) et de sa bandelette (p) à travers la face ventrale de la protoconque ; c₁, 1^{re} cloison. La ligne pointillée est le contour apparent de l'embryon.

Il y a, bien entendu, des passages. Le genre *Ludwigia* par exemple (*Am. opalinus* REIN.) est bien plus voisin du premier type par ses bandelettes siphonales nombreuses, mais la principale d'entre elles dépasse un peu en longueur la moitié du diamètre de l'ovisac (fig. 9).

ARÊTE INTERNE ET SOUDURE DES DEUX PREMIÈRES CLOISONS. — Les figures 6 à 11 montrent en outre plusieurs particularités de

la structure des Ammonites qui méritent d'attirer l'attention.

La première cloison n'est pas placée exactement à l'entrée de la spire. La paroi interne de la protoconque se prolonge un peu au delà en une arête, désignée sur les coupes par la lettre *a*. Cette arête interne existe dans tous les genres mais sa grandeur varie beaucoup. Elle est très longue chez *Arietites Kridion* (fig. 7), à peine indiquée au contraire chez *Ludwigia opalina* (fig. 9). Quand on fait une coupe mince, on rencontre la saillie *a* un peu avant de toucher la paroi siphonale ; elle apparaît progressivement dans l'usure et prend d'ordinaire son maximum de développement dans le plan de symétrie.

Un autre fait digne de remarque est la soudure des deux premières cloisons au bord interne dans le plan médian. Cette soudure s'observe dans le plus grand nombre des Ammonites du Jurassique et du Crétacé et elle est si parfaite que la première loge paraît totalement supprimée dans le plan de symétrie (fig. 8, 9, 10). Cette première loge est donc divisée en deux moitiés symétriques qui ne communiquent pas entre elles. Ce caractère n'existe pas, d'ailleurs, dans les formes anciennes. Chez *Goniatites Listeri* les deux premières cloisons sont parfaitement distinctes dans le plan médian, bien que leurs extrémités se touchent au contact du siphon (fig. 6). Elles sont encore distinctes, mais plus rapprochées chez *Arietites Kridion* du Lias inférieur (fig. 7).

Chez *Amaltheus margaritatus* du Lias moyen il y a déjà soudure, mais celle-ci se traduit encore par un dédoublement (fig. 8). Elle ne le fait plus dans les autres formes plus récentes que j'ai étudiées (fig. 9 et 10) et il devient nécessaire, pour voir la première loge, d'observer les cloisons en dehors du plan de symétrie¹.

ÉVOLUTION DES GOULOTS SIPHONAUX. — La faible épaisseur des diverses parties de la coquille, au début du développement, rend très difficile l'étude de leur structure. La paroi de l'ovisac et des premiers tours ainsi que les cloisons sont formées d'une couche centrale en carbonate de chaux, ordinairement limpide et incolore, bordée de part et d'autre par deux couches externes plus minces, jaunes et troubles. Ces deux couches externes semblent amorphes; elles ont la même apparence que la paroi siphonale et comme celle-ci est en phosphate de chaux, j'admettrai que les deux couches externes en sont formées également². La lame calcaire centrale est particulièrement épaisse dans la région de la protoconque où s'attachent le cœcum siphonal et ses bandellettes. Elle est très mince au contraire dans les premières cloisons³, et se termine, dans l'épaisseur de la paroi siphonale par un élargissement en collerette qui présente d'ordinaire, en coupe médiane, la forme de la figure 12.

Cet élargissement comprend un prolongement antérieur α et un prolongement postérieur ω . Dans les premières cloisons on voit ces prolongements calcaires se développer peu à peu aux dépens du phosphate de chaux qui les entoure; mais la pointe du prolongement postérieur reste toujours engagée dans la paroi siphonale qui l'enveloppe de toutes parts tandis que le prolongement antérieur s'en dégage plus ou moins vite et se contente d'entourer extérieurement le siphon. Cette disposition persiste même dans les Ammonites presque adultes où ω est rudimentaire (fig. 3). Hyatt, qui a signalé ce fait, en déduit que les

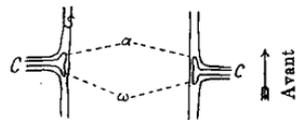


FIG. 12. — Section médiane du siphon au passage d'une des premières cloisons. — s, paroi siphonale en phosphate; c, cloison; α , prolongement antérieur du goulot siphonal calcaire; ω , prolongement postérieur.

1. Cependant la cloison qui résulte de cette soudure locale des deux premières est toujours plus épaisse que la troisième.

2. Ces couches sont peut-être multiples. On verra plus loin que les premières cloisons de Bélemnites, quand elles sont pourvues d'une lame calcaire interne comprennent en outre six couches distinctes de phosphate de chaux. La distinction ne m'a pas paru possible dans les Ammonites que j'ai étudiées.

3. Chez quelques espèces il semble même que cette lame puisse disparaître tout à fait comme il arrive avec certaines Bélemnites.

deux prolongements sont d'origines très différentes. On peut constater cependant dans les premières cloisons que α présente la même disposition que ω par rapport à l'enveloppe siphonale (fig. 12).

Les deux premiers goulots siphonaux sont toujours en contact ou même confondus ; les prolongements α et ω y sont assez peu marqués et je n'ai jamais observé que la première cloison soit nettement rétrosiphonnée, pas même chez *Gon. Listeri*.

Dans cette dernière espèce le prolongement α a disparu dès la deuxième cloison et ne reparait plus.

Dans *Arietites Kridion* il est moins développé que ω dès la troisième cloison et l'Ammonite passe nettement par un stade rétrosiphonné pendant le premier tour ; plus tard α et ω se développent simultanément ; puis enfin α prend l'avantage, ω s'affaiblit peu à peu et les goulots siphonaux présentent une apparence analogue à celle de la figure 3. Dans *Amaltheus margaritatus* (de Saint-Cyr au Mont d'Or) α et ω sont à peu près de même importance pendant le premier tour ; au deuxième tour ω est notablement plus long que α ; au troisième ils sont redevenus presque égaux et dès lors ω décroît peu à peu. Le stade rétrosiphonné est ici mal marqué, dure très peu, et n'apparaît pas dès l'origine. Il semble que ce dernier cas soit celui de la plupart des Ammonites du Jurassique et du Crétacé¹.

Toutes les Ammonites présentent longtemps des goulots siphonaux construits comme l'indique la figure 3. Le prolongement antérieur α est très développé, mais on y voit encore un reste du prolongement postérieur ω , enveloppé par le phosphate du siphon. La saillie ω s'amointrit plus tard en se déplaçant vers l'avant jusqu'au voisinage de la pointe. Enfin elle s'efface et disparaît. Ces modifications se produisent à des âges très variés suivant les espèces. Il serait intéressant d'étudier comparativement, dans les divers groupes, les vitesses du développement ontogénique d'un goulot siphonal.

Cas particulier du genre Phylloceras. — Les goulots siphonaux dans le genre *Phylloceras* présentent cette singularité de posséder un prolongement postérieur ω très long, beaucoup plus long que α . La figure 13 représente une section médiane d'un goulot siphonal de *Phylloceras Nilssoni* D'ORB., de la Verpillière, à la soixante-dixième cloison, quand l'Ammonite atteint un diamètre de 22 mm.

On remarquera l'épaississement en crochet du phosphate, à la

1. On constate en outre, comme l'a fait remarquer Branco (*loc. cit.*, 3^e partie, p. 52 et 53, pl. ix, fig. 9) que l'évolution est plus rapide sur la face ventrale du siphon que sur la face dorsale, au moins au début du développement.

pointe de ω . Je ne sais si de tels goulots siphonaux persistent dans les *Phylloceras* de grande taille¹. Ils existent en tout cas dans ce genre à une période du développement où les autres Ammonites du Secondaire que j'ai examinées ne conservent plus que des traces du prolongement postérieur² (fig. 3).

Phylloceras Loscombi Sow. fait exception ; il possède des goulots siphonaux ordinaires et se différencie très nettement à ce point de vue d'avec les autres espèces du même genre (*Ph. Nilssoni* D'ORB., *Ph. heterophyllum* Sow., *Ph. semisulcatum* D'ORB., etc.). M. Wadasz a été conduit récemment, par une voie toute différente, à séparer les espèces du groupe d'*Am. Loscombi* d'avec les vrais *Phylloceras*, et à les rattacher aux Amaltheidés³.

Le genre *Phylloceras* présente une autre particularité : quand le test est enlevé on voit presque toujours dans le plan médian, sur la région ventrale, un sillon étroit profondément marqué qui prolonge la ligne de suture d'une cloison presque jusqu'à la cloison suivante (fig. 14, *s*).

Ce sillon s'arrête brusquement un peu avant cette cloison, au point K (fig. 14). En effet le siphon, assez distant du test, lui est lié par une lame de phosphate de chaux continue, soudée à son enveloppe, et dont la figure 15 montre en *l* la section transversale. Quand on enlève le test, le phosphate de cette lame s'enlève en

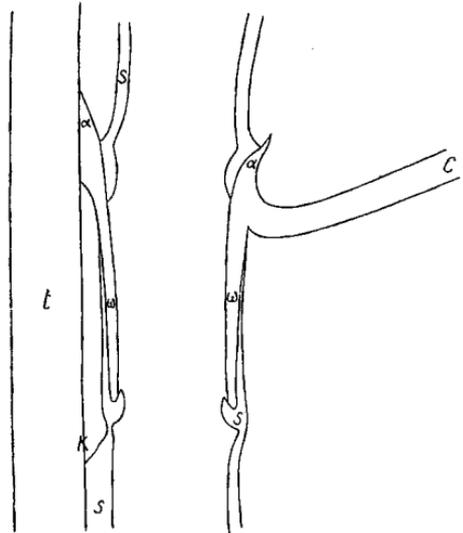


FIG. 13. — *Phylloceras Nilssoni* D'ORB. (la Verpillière). Section médiane d'un goulot siphonal grossie. — *c*, soixante-dixième cloison ; *t*, test ; α , prolongement antérieur ; ω , prolongement postérieur ; *s*, paroi siphonale en phosphate.

1. Des goulots siphonaux analogues, mais munis d'un prolongement ω notablement moins accusé, s'observent pendant le développement de plusieurs Ammonites jurassiques.

2. Branco a observé la partie calcaire de goulots siphonaux très voisins de celui de la figure 13 dans trois espèces du Trias : *Phylloceras disputabile* ZRRR.; *Sageceras Haidingeri* HAUER ; *Cladiscites subornatus* MOJS. [*loc. cit.*, 2^e partie, p. 54, pl. x, fig. 3].

3. WADASZ. *Entwickelungs geschichte Differenzierung in der Familie Phylloceratidae. Földtani Közlöny*, Bd. XXXVII, en allemand, p. 399 à 405, 1907.

même temps, ce qui forme le sillon. On constate en outre que le point K marque l'extrémité postérieure du prolongement ω .



FIG. 14. — *Phylloceras Nilssoni* (La Verpillière). Moule montrant deux cloisons (la 69^e et la 70^e) et le sillon s de la face ventrale.

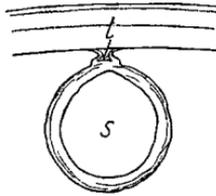


FIG. 15. — *Phylloceras Nilssoni* (La Verpillière). Coupe normale au siphon, équidistante de deux cloisons; S, siphon; t, test; l, lame de phosphate prolongeant la paroi siphonale jusqu'au test. Grossissement 53/1.

TRACE DE LA PREMIÈRE BOUCHE. — Branco¹ a fait remarquer la fréquence des varices dans les très jeunes Ammonites et Goniatites et il signale ce fait très surprenant que beaucoup de formes qui ne montrent aucune varice dans l'adulte et même dans le jeune, en présentent cependant une ou plusieurs au début de leur développement, sur le premier ou le deuxième tour. On peut généraliser

et préciser cette observation de Branco de la manière suivante :

Toutes les Ammonites et Goniatites montrent, sur leur premier tour, une première varice fortement sculptée, dont la position varie très peu malgré l'extrême diversité des espèces. Pour avoir une idée de l'amplitude de cette variation, j'ai mesuré sur les coupes médianes d'un grand nombre d'Ammonites, l'angle α d'involution correspondant à la première varice. Par exemple l'angle des deux droites OA et OV (fig. 16), O étant le centre de l'ovisac, A le milieu du contact du siphon avec la paroi de la protoconque et V le milieu de la première varice. On trouve presque toujours un angle compris entre 270° et 290°². Les valeurs extrêmes observées sont $\alpha = 260^\circ$ (*Acanthoceras Bergeroni* SEUNES, Clansayes; *Amaltheus margaritatus*, Saint-Cyr au Mont-d'Or) et $\alpha = 310^\circ$ (certains *Cæloceras*). *Arcestes Klipsteini* MOJS. du Trias m'a donné, $\alpha = 340^\circ$; et *Goniatites Listeri* du Carbonifère, $\alpha = 375^\circ$.

L'angle α est donc plus grand dans les formes paléozoïques; il a diminué dans les espèces du Jurassique et du Crétacé³. La figure 16 montre la position de la première varice chez *Goniatites*

1. BRANCO, loc. cit.: 1^{re} partie, p. 46, et 2^e partie, pp. 66 et 67.

2. Dans un gisement déterminé et pour une espèce déterminée l'angle α est presque constant. Le nombre des loges comprises dans cet angle peut, au contraire, varier assez notablement avec les individus. Il est clair que ces loges n'ont été construites qu'après la formation de la première varice.

3. Dans ces dernières formes je n'ai pu constater de relation entre la valeur de α et la grandeur de la loge d'habitation.

Listeri et *Hildoceras bifrons*. La forme de cette varice, en section médiane, varie peu ; c'est toujours un brusque épaissement du test accompagné d'une ondulation plus ou moins marquée. Avant la première varice, le test est toujours parfaitement uni. Après elle la coquille peut s'ornner brusquement et présenter des côtes aussi marquées que celles de l'âge adulte (par exemple chez *Goniatites Listeri*, fig. 16, I) ; ce cas est une exception. Le plus souvent le test reste lisse et les premiers ornements n'apparaissent qu'à un stade plus avancé ; mais on peut affirmer que la première varice correspond toujours à un changement impor-

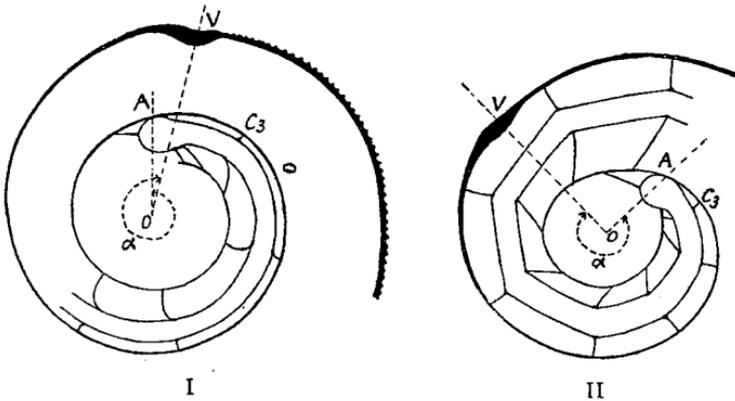


FIG. 16. — Sections médianes montrant la première varice V et l'angle d'involucre α correspondant. Grossissement 43/1.

I. *Goniatites Listeri* W. MARRIN. Littleborough, $\alpha = 375^\circ$.

II. *Hildoceras bifrons* BRUG. La Verpillière, $\alpha = 270^\circ$.

tant, car ou bien elle ne se reproduit plus dans le cours du développement, ou bien, si elle se reproduit dans le jeune ou dans l'adulte, c'est à des intervalles angulaires toujours très différents de α .

En résumé, la première varice marque un stationnement de l'ouverture de la coquille ; le stationnement est nécessaire puisqu'il s'observe dans toutes les espèces vers la même époque du développement. Il correspond sans doute au passage de la coquille non cloisonnée originelle à la coquille cloisonnée de l'adulte. Il marque la fin de la période embryonnaire.

III. BÉLEMNITES

La terminaison siphonale, chez les Bélemnites, n'a été l'objet d'aucune étude sérieuse. On suppose d'ordinaire qu'elle est semblable à celle d'un autre Céphalopode dibranchial, la Spirule, dont

le siphon se termine par un cœcum pénétrant dans la protoconque et muni d'un *prosiphon* d'après Munier-Chalmas. En réalité tout

en présentant des caractères particuliers, l'extrémité siphonale des Bélemnites est plus voisine de celle du Nautilite que de celles des Ammonites et des Spirules.

La figure 17 a été dessinée d'après des coupes minces de *Pseudobelus pistilliformis* BLAINV. du Néocomien de Saint-Hippolyte. Elle montre la protoconque globuleuse (*o*) et les trois premières loges coupées exactement par leur plan de symétrie. La paroi propre du phragmocône ou conothèque (*t*), entièrement calcaire,

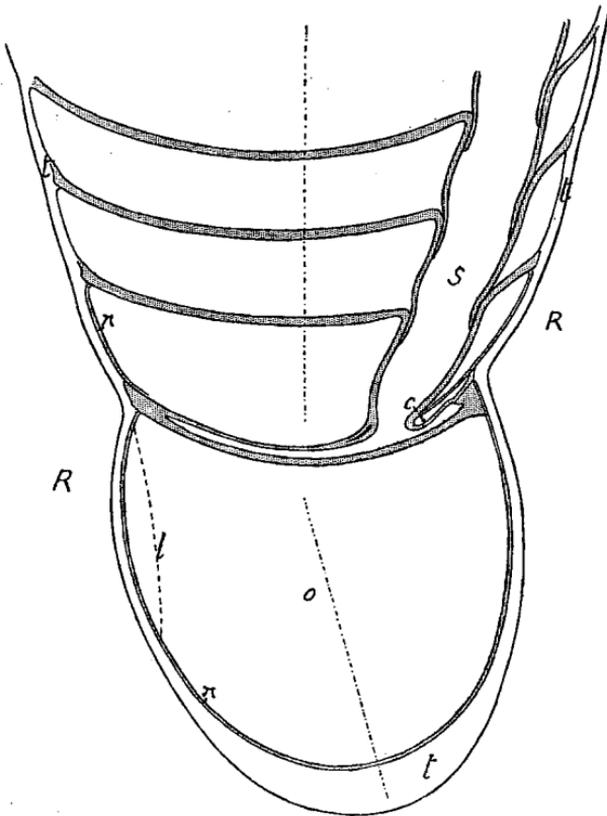


FIG. 17. — Section médiane de *Pseudobelus pistilliformis* BLAINV. du Néocomien de Saint-Hippolyte. — R, calcite du rostre; *t*, calcite de la conothèque; π , membrane en phosphate de chaux; S, cavité siphonale; *o*, protoconque. Les parties figurées en gris sont en phosphate. Le reste en calcite. Grossissement 84/1.

incoloré en plaque mince, est entourée par les couches concentriques de calcite fibreuse du rostre (R). L'ovisac ainsi que les premières loges sont enveloppées de toutes parts, sans aucune solution de continuité, par une pellicule interne très mince, jaune et amorphe (π) qui est vraisemblablement en phosphate de chaux. Les premières cloisons représentées sur la figure sont elles-mêmes entièrement en phosphate de chaux et l'on y distingue nettement 5 couches, à savoir : les deux externes p_1 et p_2 (fig. 18, I), plus sombres que les autres, parsemées de granules opaques et qui représentent les pellicules (π) précédemment signalées, puis les

deux couches plus intérieures n_1 et n_2 homogènes et limpides, d'un jaune assez clair par transparence, enfin au milieu la couche m chargée de particules

noires et dont la structure semble poreuse.

Au contact de la conothèque les deux couches p_1 et p_2 se poursuivent sur les parois latérales des deux loges supérieure et inférieure (fig. 19).

Les couches n_1 et n_2

s'élargissent un moment et se rejoignent puis s'arrêtent brusquement en laissant pénétrer entre elles une saillie (s , fig. 19, I) de

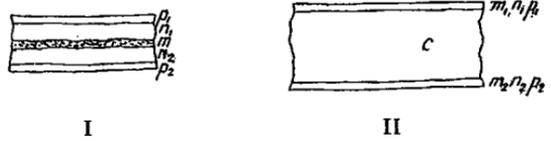


FIG. 18. — Constitution d'une cloison dans l'axe du pbragmocône (*Belemnopsis hastata* BLAINV, de Lautlingen).

I. premières cloisons. — II. vers la 20° cloison.

m (m_1 , m_2), n_1 , n_2 , p_1 , p_2 , couches jaunes en phosphate de chaux; c , calcite incolore. Grossissement 520/1.

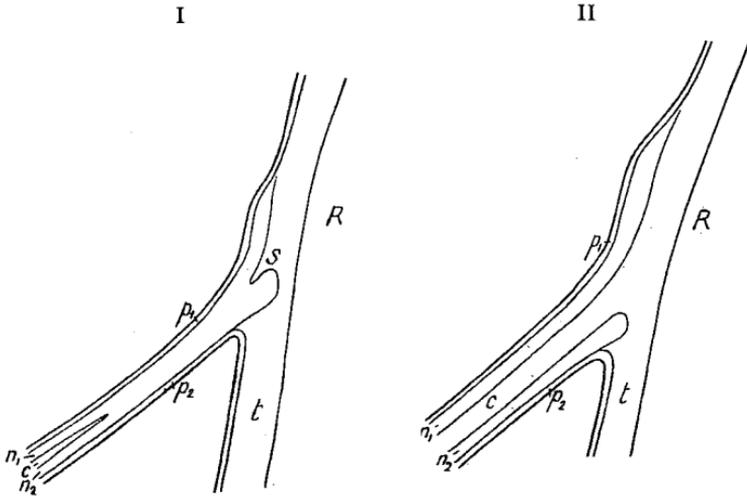


FIG. 19. — Constitution d'une cloison au contact de la conothèque [*Belemnopsis hastata* de Lautlingen; coupe médiane du bord opposé au siphon].

I. Vers la 12° cloison. — II vers la 20°;

R, calcite fibreuse du rostre; t , conothèque; s , saillie de la conothèque; c , couche calcaire centrale; p_1 , p_2 , n_1 , n_2 , couches de phosphate. Grossissement 360/1.

la conothèque. La couche m inversement s'amincit, puis disparaît, puis reparait au contact de la conothèque, entre la saillie s et les couches n_1 , n_2 .

L'enveloppe siphonale résulte d'invaginations cylindriques de la cloison, emboîtées les unes dans les autres (fig. 17 et 21). La couche m s'amincit et disparaît avant d'atteindre le recourbement, comme le fait la couche c dans la figure 20, I. Les couches

n_1 et n_2 se soudent et se prolongent jusqu'à l'extrémité postérieure du goulot siphonal. La pellicule supérieure p_1 s'arrête au contact du siphon; p_2 se poursuit extérieurement au siphon jusqu'à sa rencontre avec la cloison précédente (fig. 20, I).

Telle est la structure des premières cloisons; nous verrons plus loin comment elles deviennent calcaires dans l'adulte. La cloison qui ferme l'ovisac, bien que possédant la même forme générale que les autres, présente une structure particulière. Elle est formée (fig. 17) par deux lames (toujours en phosphate) courbées en verre de montre et laissant entre elles un vide; la lame supérieure, la plus mince, est perforée par l'extrémité un peu étranglée du siphon; la lame inférieure, plus épaisse, est absolu-

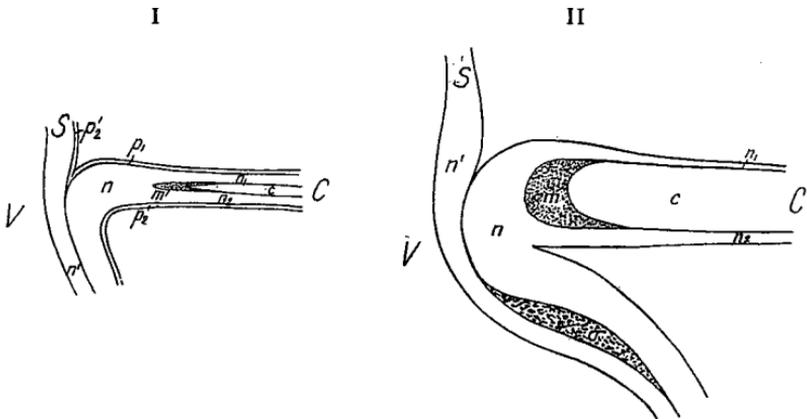


FIG. 20. — Recourbement d'une cloison au passage du siphon (*Belemnopsis hastata*). Coupe dans le plan de symétrie, le centre du phragmocône étant à droite.

I. 12° cloison (C); V, cavité siphonale; S, paroi siphonale provenant de la 13° cloison (C); m , n_1 , n_2 , p_1 , p_2 , n , n' , couches de phosphate de chaux; c , couche calcaire centrale. Grossissement 320/1.

II. 25° cloison (C); V, cavité siphonale; S, paroi siphonale provenant de la 26° cloison (C); n , n' , phosphate limpide; m , σ , phosphate troublé d'inclusions noires; c , couche calcaire centrale. Grossissement 180/1.

ment lisse et continue. L'espace intermédiaire est occupé par le même remplissage que le vide siphonal, remplissage qui peut différer de celui des loges et de la protoconque par sa nature¹, ou par sa couleur, ou encore par les impuretés qui y souillent la calcite. Il semble donc que cet espace ait communiqué librement avec le siphon pendant la fossilisation. Cependant je l'ai trouvé parfois rempli d'une matière jaune d'apparence amorphe et poreuse, qui rappelle la couche médiane m des cloisons suivantes

1. Par exemple le siphon et la cavité de la première cloison sont occupés par de la pyrite; le reste par de la calcite.

ou le phosphate spongieux marqué σ sur les figures 20, II et 21.

L'imparfait état de conservation des échantillons que j'ai étudiés ne m'a pas permis de suivre, dans cette extrémité siphonale, les diverses couches de phosphate qui constituent normalement les cloisons et les parois du siphon, de sorte que je ne sais si l'on doit considérer la cloison qui ferme l'ovisac comme unique et simplement évidée au centre, ou si au contraire elle doit être considérée comme double et l'espace intermédiaire comme équivalent à la première loge.

La forme de l'extrémité siphonale paraît à peu près constante dans le groupe des Bélemnites. La figure 17 n'aurait besoin que de bien faibles modifications pour représenter les autres espèces étudiées ; c'est-à-dire *Megateuthis tripartita* SCHLOTH. (de Salins, Jura) ; *Belemnopsis sulcata* MILLER (de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux) et *Belemnopsis hastata* BLAINV. (de Lautlingen).

Dans toutes ces formes, il est certain que le siphon ne pénètre pas dans l'ovisac. Il n'y a ni cœcum, ni *prosiphon*¹. Il faut donc éviter, à ce point de vue particulier, de rapprocher les Bélemnites des Spirules et des Ammonites. La ressemblance est bien plus grande avec le Nautilé dont le siphon se termine aussi au contact de la première cloison. Les goulots emboîtés dont se compose la paroi siphonale rappellent tout à fait la disposition du Nautilé (v. HYATT, *loc. cit.*, pl. IV, fig. 4). On peut en outre remarquer que les échantillons d'*Orthoceras dulce* encore pourvus de leurs loges initiales trouvés récemment près de Prague par M. Počta et figurés par lui² ont absolument l'apparence d'un phragmocône de Bélemnite terminé par son ovisac. La cicatrice des Nautilidés ne paraît pas être laissée par la chute de la protoconque³.

Formation de la cloison et des goulots siphonaux calcaires. — Nous choisirons comme type *Belemn. hastata* de Lautlingen où cette formation est particulièrement lente et s'observe plus aisément.

Les six premières cloisons ne contiennent point de couche calcaire ; on ne voit apparaître celui-ci qu'à la septième cloison sous forme d'une lame médiane *c* qui sépare la couche *m* en deux

1. On voit parfois dans la protoconque de fines membranes disposées comme l'indique la ligne pointillée *l* de la figure 17 ; ces membranes manquent le plus souvent et ne semblent pas avoir de position constante, pour une espèce donnée. Les Ammonites ne montrent rien de semblable.

2. ПОЧТА. Ueber die Anfangskammer von Orthoceras. *Centralblatt f. Min. Geol. u. Pal.*, 1907.

3. Je n'ai pas observé de cicatrice, chez les Bélemnites, sur la lame inférieure de la première cloison.

couches m_1 et m_2 . Cette lame est très mince et n'existe que dans la zone centrale du phragmocône; elle s'épaissit graduellement dans les cloisons suivantes en même temps qu'elle progresse vers les parois. Simultanément, la saillie s de la conothèque (fig. 19 et 21) qui sépare les couches n_1 et n_2 pénètre lentement entre ces couches¹. Le passage du calcaire au phosphate se fait toujours par une couche m .

La jonction des deux lames calcaires médianes se fait très vite du côté dorsal, dès la onzième cloison. Ultérieurement, le calcaire continue à se développer tandis que les couches phosphatées s'amoindrissent. Celles-ci sont déjà très minces à la vingtième cloison (fig. 18, II) au centre du phragmocône; elles sont plus épaisses sur les bords et y persistent longtemps encore après leur disparition à peu près complète dans la zone centrale (fig. 19, II).

Du côté ventral le siphon fait obstacle à cette jonction. La lame calcaire issue de la conothèque ne se développe qu'à peine (fig. 21).

Celle qui est issue du centre du phragmocône se rapproche de l'entrée du goulot siphonal puis y stationne longtemps sans y pénétrer en s'épaississant peu à peu. C'est ce stade, représenté par la figure 20 (II), que l'on observe le plus facilement dans les sections minces de Bélemnites. Le goulot siphonal est encore

entièrement en phosphate; le calcaire limpide et incolore de la cloison passe au phosphate par l'intermédiaire d'une zone semée de particules noires, qui n'est autre chose que la couche m , localement plus développée.

1. On ne voit pas de ligne de séparation nette, au moins dans le jeune, entre la conothèque et la lame calcaire interne des cloisons.

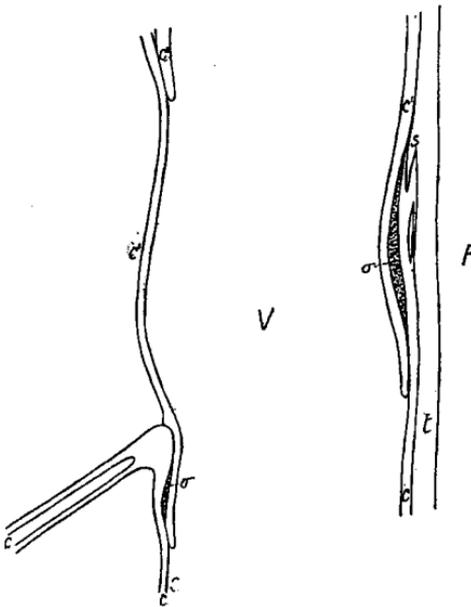


FIG. 21. — Coupe médiane du siphon, à la 24^e cloison, chez *Bel. hastata*, Lautlengen. V, cavité siphonale; t, conothèque; R, rostre; s, saillie de la conothèque; c, 24^e cloison; c', 25^e cloison; c'', 26^e cloison; σ, phosphate spongieux à inclusions noires. Tout est en phosphate, excepté R, t, s et la lame médiane de la cloison c, en calcite. Grossissement 70/1.

La figure 22 représente un véritable goulot siphonal calcaire tel qu'il existe vers la 40^e cloison chez *Bel. sulcata*. On voit combien sa formation est tardive chez les Bélemnites.

La différenciation graduelle des cloisons se suit ici sans aucune difficulté parce qu'elle est très lente. Cette lenteur varie d'ailleurs beaucoup suivant les espèces. Ainsi *Bel. sulcata* (de Bayeux) possède déjà au milieu de sa deuxième cloison une mince lame calcaire qui n'apparaît dans *Bel. hastata* qu'à la septième.

D'après ce qui précède aucun doute ne peut subsister, pour les Bélemnites, quant à l'origine de la paroi siphonale. Malgré la complète différence de nature chimique qui existe dans l'adulte entre le siphon et les cloisons du phragmocône, on peut certifier que ces deux parties de la coquille proviennent de la même paroi primitive en phosphate de chaux. La transformation graduelle en paroi calcaire se produit de bonne heure pour les cloisons ; elle est extrêmement lente et incomplète pour la paroi siphonale, c'est-à-dire pour la partie des cloisons qui se recourbe vers l'arrière. Elle aboutit au maximum à la formation d'un goulot calcaire très réduit.

On peut faire pour les Ammonites l'hypothèse d'une évolution semblable ; il faut alors admettre qu'elle est beaucoup plus rapide, car les Ammonites possèdent, dès l'origine, des goulots siphonaux calcaires qui n'apparaissent que très tardivement dans les Bélemnites. L'hypothèse est justifiée d'ailleurs par plusieurs faits ; notamment par la disposition des premiers goulots calcaires qui semblent se différencier au milieu du phosphate de la cloison et du siphon (fig. 12) et aussi par la manière d'être de la paroi siphonale qui entoure la collerette postérieure ω et semble prolonger la cloison vers l'arrière, tandis que la gaine du siphon pénètre simplement à l'intérieur de la collerette α et s'y termine (fig. 3 et 13). Il ne faut pas oublier toutefois que la paroi siphonale du jeune n'a pas du tout l'apparence d'une invagination de la cloison.



FIG. 22. — Goulot siphonal calcaire (c) de *Bel. sulcata* (de Bayeux) à la 40^e cloison. Section médiane, l'axe du phragmocône étant à droite. V, vide siphonal; n, phosphate. Grossissement 90/1.

Séance du 6 juin 1910

PRÉSIDENTIE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. Roux, ingénieur civil des Mines à la Compagnie des phosphates de Gafsa, à Redeyef (Tunisie), présenté par MM. Bursaux et Henri Douvillé.

G. T. Haldeman, ingénieur des Mines, directeur de travaux à l'École des Mines de l'Université de Pittsburg (E. U.), présenté par MM. Paul Lemoine et L. Mémin.

Ch. Gardot, pharmacien à Melisey (Haute-Saône), présenté par MM. Ch. Vélain et R. Zeiller.

M^{lle} Juliette Jean, licenciée ès sciences naturelles, à Paris, présentée par MM. E. Haug et J. Blayac.

M. Chautard adresse de très belles photographies de paysages volcaniques des Canaries.

M. Louis Gentil offre : 1° un exemplaire d'une carte topographique du *Haut-Atlas occidental* à l'échelle de 1/400 000 qu'il vient de publier chez l'éditeur H. Barrère¹.

Cette carte embrasse toute la partie de l'Atlas marocain comprise entre la côte atlantique et le méridien de Demnat. L'auteur a, dans sa construction, mis à profit les itinéraires de ses devanciers, notamment de J. Thomson, de la Martinière, N. Larras, qu'il a encadrés de ses levés de reconnaissance (1904-1905), parus antérieurement².

Il montre tout le parti qu'il a pu tirer de ses observations géologiques, en tenant compte des lignes tectoniques, des formes de modelé, etc., dans l'élaboration de cette carte qui donne à l'Atlas, — sans prétendre à la précision qui ne sera obtenue que par des levés réguliers actuellement impossibles dans ces régions, — une physionomie toute différente de celle jusqu'ici connue.

2° Un tirage à part d'une note parue dans *La Géographie* et intitulé : « Le Maroc et ses richesses naturelles³. »

C'est le fond scientifique d'une conférence faite à la Société de Géographie sous la présidence de M. Gaston Doumergue, Ministre de

1. Carte dressée et dessinée avec la collaboration de Marius Chesneau. Une feuille en quatre couleurs : 4 fr.

2. Itinéraire dans le Haut-Atlas marocain. *La Géographie*, XVII, n° 3, 1908, p. 177-200, fig. 44-57, pl. II (carte en couleurs en deux feuilles).

3. *La Géographie*, XXI, mai 1910, p. 301-320, fig. 52-63.

l'Instruction Publique et des Beaux-Arts où l'auteur a brièvement exposé les grands traits de la Géographie physique du Maroc et montré tout le parti qu'on peut tirer en exploration, surtout en pays de montagne, d'une longue préparation géologique. Il a ensuite fait ressortir les principales richesses naturelles du Maghreb en insistant plus particulièrement sur l'importance agricole de la zone atlantique par suite de la présence des *tirs* ou terres noires.

M. Gentil aura bientôt l'occasion de revenir sur la question si intéressante de ces terres fertiles au sujet desquelles il a rapporté, de sa dernière mission, d'abondants documents. Il aura en outre à réfuter les arguments donnés récemment en faveur d'une théorie éolienne sur l'origine de ces sols, par M. le professeur Theobald Fischer ¹.

M. Ph. Glangeaud offre, de la part de M. **Tailhandier**, artiste peintre à Clermont-Ferrand, un exemplaire du panorama grandiose et original dont on jouit du sommet du Puy-de-Dôme, panorama qui, on le sait, comprend la presque totalité des régions du Massif Central.

Ce panorama tiré en 8 couleurs (200 cm. \times 16 cm.) est la reproduction de la table d'orientation (faite par l'artiste précité) qui sera installée prochainement sur la tour de l'observatoire du Puy-de-Dôme ².

M. **Ph. Glangeaud** annonce aussi qu'une table d'orientation, sur lave émaillée de Volvic, va être installée au sommet du piton de la Banne d'Ordanche (Massif du Mont-Dore), par les soins du Touring-Club.

Cette table figure à l'exposition de Clermont.

Il signale l'innovation heureuse du Touring-Club qui a bien voulu lui demander une coupe géologique du célèbre volcan et une notice en 20 lignes sur le paysage que l'on aperçoit du sommet de la Banne d'Ordanche; notice et coupe figurent sur la table.

C'est, à sa connaissance, la première fois que l'on essaye, de cette façon, d'éduquer le touriste en lui expliquant ce qu'il voit du sommet des montagnes. Cet exemple sera suivi sous peu dans d'autres régions du Massif Central.

M. **L. M. Vidal**, de Barcelone, offre un tirage à part de sa note intitulée « Nota sobre un fósil del tramo Kimeridgense del Mont-sech (Lérida) ».

Cette courte note décrit des rameaux terminaux de *Pagiophyllum cerinicum*, pris à l'origine pour une Astéride par l'illustre paléontologiste von Zittel.

1. THEOBALD FISCHER. Schwarzerde und Kalkkriste in Marokko. *Zeitsch. für praktische Geolog.* XVII, Jahr. Mars 1910, p. 105-119.

2. Le panorama est en vente à Clermont, au Syndicat d'initiative d'Auvergne. Prix : 2 frs.

M. L. Cayeux offre à la Société géologique de la part du *Service de la Carte géologique de France*, et en son nom personnel, le premier fascicule d'un mémoire en trois parties, consacré à l'étude micrographique des minerais de fer oolithique de France, publié par le *Service des Topographies souterraines* (VIII-344 p., 19 planches et 37 figures dans le texte).

L. Cayeux. — « *Les Cavernes et les Rivières souterraines de Belgique étudiées spécialement dans leurs rapports avec l'hydrologie des calcaires et avec la question des eaux potables* par E. VAN DEN BRËECK, E. A. MARTEL et E. RAHIR ». [Compte rendu¹].

Le livre que j'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique de la part des auteurs comprend deux volumes d'environ 1850 pages, illustrés de 26 planches et de 435 figures.

Les savants qui ont attaché leur nom à cette œuvre considérable ont fait œuvre utile pour la Belgique. S'ils se sont attardés, à juste titre, à exposer les grandes lignes de la géologie de la région étudiée et à faire ressortir le grand intérêt des calcaires dévoniens et dinantiens, au point de vue spéléologique, ils n'ont pas oublié que dans un pays peuplé de travailleurs, d'industriels et de marchands, doué d'une vie économique intense et toujours en progrès, les applications doivent marcher de pair avec la théorie.

La Belgique, avec sa population dense et sa faible superficie, a des besoins d'eau potable, chaque jour plus grands, auxquels il est de plus en plus malaisé de donner satisfaction. On conçoit que cette situation de fait donne une importance capitale aux problèmes hydrologiques. Or les conclusions qui découlent de l'enquête approfondie de MM. Van den Brœck, Martel et Rahir sur les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique, complétée par des analyses, des recherches micrographiques, voire même des expériences, ne tendent rien moins qu'à doter la contrée de nouvelles réserves d'eau, satisfaisant à toutes les exigences de l'hygiène. C'est en cela que leurs études ont un caractère utilitaire de premier ordre.

On sait que d'une manière générale, les sources des calcaires fissurés sont frappées de proscription par les hygiénistes. Les eaux qui les alimentent ont subi une filtration insuffisante ou nulle, ou elles ne sont que des résurgences, c'est-à-dire des points de sortie de cours d'eau souterrains, en rapport avec des engouffrements d'eaux superficielles; telle est réduite à sa plus simple expression la conception qui a longtemps paru l'expression de la vérité.

Les recherches personnelles de M. Van den Brœck, englobées dans l'œuvre commune, apportent à ces idées un sérieux correctif. Elles nous apprennent que toutes les roches calcaires sont loin de se comporter de la même manière. Si la plupart sont incapables de débarras-

1. Note insérée par décision du Conseil de la Société géologique.

ser de leurs impuretés diverses les eaux qui les traversent, il en est, au contraire qui, par suite de propriétés spéciales, favorisent l'élaboration d'eaux propres à l'alimentation. C'est le cas notamment pour les calcaires à entroques du Tournaisien et des dolomies carbonifères.

Les innombrables fissures ou diaclases qui découpent les calcaires encrinitiques, par exemple, sont oblitérées par un fin résidu insoluble, résultant de la destruction partielle du calcaire et doué d'un pouvoir filtrant. Les eaux, ralenties dans leur marche, abandonnent peu à peu les impuretés qui les souillent, engendrent des « rivières souterraines filtrées » et finalement des sources susceptibles de fournir des garanties absolues pour l'alimentation.

Il y a de ce chef une différence radicale, et admirablement mise en lumière par M. Van den Brœck, entre les eaux qui émergent des calcaires viséens au centre des bassins carbonifères et celles des calcaires tournaisiens sur le bord des synclinaux. Par cette découverte, M. Van den Brœck réhabilite une partie des sources issues des terrains calcaires, et accroît ainsi dans une notable mesure la réserve d'eaux utilisables en Belgique. Est-il besoin d'ajouter que l'intérêt de ses observations est loin d'être limité au domaine restreint qu'il a exploré. Les calcaires à entroques et les dolomies sont des roches fréquentes dans les formations sédimentaires : par là, sa thèse acquiert une portée générale pour l'hygiène publique.

M. Ch. Depéret, à l'occasion des communications de M. Emm. de Martonne et de M. Mengel sur l'*existence de mouvements du sol récents dans la région orientale des Pyrénées* (ante, p. 426), fait remarquer qu'il a, dès 1885, dans son *Mémoire sur le Bassin tertiaire du Roussillon*, longuement décrit le relèvement intense des couches pliocènes marines dans les vallées du Tech et de la Têt, et qu'il a interprété ce relèvement comme l'indice d'un mouvement tectonique post-pliocène, affectant le Plaisancien et la partie inférieure, laguno-marine, de l'Astien.

Mais ces mouvements post-pliocènes n'ont rien à voir avec la formation des paliers et des terrasses caillouteuses, d'âge pliocène supérieur et quaternaire, si admirablement développées en Roussillon et que l'auteur a aussi longuement décrites, soit dans le travail précité, soit dans la notice de la feuille géologique de Perpignan.

Dans la vallée de la Têt, il a distingué, en allant des terrasses les plus basses vers les plus élevées, qui sont aussi les plus anciennes :

- 1° Une terrasse de 5 à 6 m. d'altitude au-dessus du thalweg actuel.
- 2° Une terrasse de 15-20 m.
- 3° Une terrasse de 30 m.
- 4° Une terrasse de 60 m.

Il existe encore des niveaux plus élevés, en particulier dans le massif de collines des *Aspres*, entre la vallée du Tech et celle de la Têt.

La régularité de ces terrasses, leur parallélisme et leur équidistance rigoureuse sur de longues étendues, sont, aux yeux de l'auteur, une preuve formelle que la formation de ces terrasses ne peut s'expliquer

par des mouvements du sol tectoniques ni même épéirogéniques. Il faudrait pour cela admettre une série répétée de mouvements d'exhaussement qui auraient néanmoins conservé le parallélisme des terrasses, hypothèse, à son avis, tout à fait invraisemblable. L'auteur pense qu'une seule hypothèse permet d'expliquer les faits observés, c'est celle d'un *abaissement progressif et saccadé du niveau de base marine*.

Pierre Bonnet. — *Sur la Transcaucasie centrale.*

Nous avons pu, au cours d'un récent voyage effectué dans la Transcaucasie centrale, de Tiflis à Djoulfa, faire un certain nombre d'observations qui peuvent être résumées très rapidement de la façon suivante.

Cette région est bien, comme l'a indiqué Abich, un ensemble montagneux dans lequel on peut distinguer trois massifs essentiellement différents au point de vue géologique, et dont l'orientation est sensiblement parallèle à celle du grand Caucase :

1° Le premier est celui de l'*Anticaucase*. La région parcourue par nous est en majeure partie constituée par des roches vertes (diabases, diorites plus ou moins transformées), avec coulées d'andésite et de labradorite, et quelques accidents trachytiques et rhyolitiques. Les formations sédimentaires paraissent très rares, contrairement à ce qu'indique la carte de M. Oswald¹; nous n'avons rencontré qu'un seul gisement fossilifère (NW. du lac Goktcha), complètement insignifiant d'ailleurs.

2° Le second massif, séparé de l'Anticaucase central par le lac Goktcha (ou Sevan, mais non Sevanga), est constitué par le *plateau volcanique d'Akhmangan*. C'est une dépendance orientale du grand plateau arménien, immense socle recouvert d'appareils volcaniques récents. La région est remarquable par la fraîcheur du relief, la belle conservation des cônes, cratères et coulées, et présente une riche variété pétrographique, depuis les basaltes (cheïres) jusqu'aux obsidiennes (la « Montagne de Verre », près d'Erivan).

3° Le troisième massif est celui du *Charour-Daralagöz*, qui n'est que la partie occidentale du Karabagh méridional. C'est un des témoins, épargné par les épanchements volcaniques, du raccordement des chaînes de l'Elbourz avec celles du Taurus. Ce massif, presque entièrement sédimentaire, est constitué par des terrains paléozoïques, secondaires et tertiaires, et forme, avec son prolongement géologique en Perse, une seule unité coupée en deux parties par la plaine effondrée de l'Araxe. C'est dans

1. F. OSWALD. A geological map of Armenia and its Border-ranges, etc., with an explanatory pamphlet. London, 1907.

cette plaine que se sont établies les lagunes miocènes qui renferment, avec du gypse, des gisements considérables de sel gemme. Ce n'est que dans la région de Djoulfa qu'il y a continuité entre les deux parties, persane et russe.

Outre les formations déjà signalées dans cette région (Dévonien et Carbonifère au centre du massif, Permien près de Djoulfa, Crétacé supérieur au Nord, Nummulitique très étendu), nous y avons trouvé, aux environs de Djoulfa, des couches carbonifériennes à Fusulinelles, des couches triasiques (Werfénien-Virglorien) avec Ammonoïdés identiques à ceux de l'Inde, et des couches bajociennes avec *Oppelia subradiata* Sow. et *Phylloceras Deslongchampsii* BRASIL¹. L'existence de ce Trias et de ce Bajocien encore inconnus dans ces régions confirme la continuité du géosynclinal mésozoïque alp-himalayen. Le Trias, en particulier, présentant à la fois des formes de l'Inde (*Celtites dimorphus* WAAG., *C. armatus* WAAG.), et des caractères alpins (Wellenkalk à *Pseudomonotis* cf. *Clarai* BRONN.), il n'y a plus de raison pour admettre avec Noetling l'existence à cette époque d'une barrière émergée séparant les deux provinces, alpine et himalayenne.

Le Paléozoïque (Dévonien et Carbonifère) se présente toujours plissé, mais il ne semble pas y avoir de mouvements hercyniens, contrairement à l'hypothèse de M. Oswald², étant donné qu'à Djoulfa, le Carbonifère, le Permien et le Trias sont concordants et plissés ensemble. Le Jurassique et le Crétacé sont également plissés; est-ce le même mouvement qui a englobé le Paléozoïque et le Secondaire, ou y a-t-il eu plusieurs mouvements, nous ne pouvons encore le dire. Sur tous ces terrains paléozoïques et secondaires redressés, le Nummulitique est discordant, transgressif, souvent avec conglomérat puissant (Djoulfa); il se présente généralement peu soulevé, et les plissements alpins ne paraissent pas avoir présenté une grande intensité.

Louis Gentil. — *Nouveaux itinéraires dans le Sud-Ouest marocain.*

Je me suis efforcé, dans ma dernière mission au Maroc, de relever comme par le passé, étant donné le manque de cartes ou leur insuffisance absolue, mes itinéraires géologiques. Les levés que j'ai l'honneur de présenter à la Société sont relatifs au voyage que j'ai effectué entre Safi, Mogador et Agadir. Ils apportent

1. CR. Ac. Sc. Séance du 14 mars 1910.

2. F. OSWALD. Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte des Armenischen Hochlandes. *Peterm. Mitt.*, 1910.

notamment des documents sur la région située à l'Est du méridien de la Qasba Guellouli qui n'avait jamais été visitée par un Européen ; de sorte que la lacune laissée en blanc (Région inexplorée) sur la carte à 1/400 000 du Haut-Atlas occidental que je viens de publier, sera comblée dans une deuxième édition.

J'ai, comme précédemment, bridé mes itinéraires en mettant à profit des positions astronomiques déjà acquises que j'ai pu, en certains cas, corriger par des levés assez minutieux suivant une méthode préconisée par tous ceux qui se sont occupés de topographie de reconnaissance, et par M. de Flotte de Roquevaire, qui fait ressortir toute l'importance des itinéraires soignés et multipliés pour fixer des positions géographiques¹.

Aussi suis-je très surpris des reproches qui me sont adressés par mon confrère, dans une revue allemande², de n'avoir pas donné de positions astronomiques alors que j'avais à ma disposition celles dont il admet l'exactitude, déterminées par des devanciers comme de Foucauld, de Segonzac et Larras. Je regrette, à ce sujet, que M. de Roquevaire n'ait pas répondu, ainsi qu'il y était invité, à la Commission de topographie très compétente du Club alpin français à la discussion soulevée au sujet de son travail « Cinq mois de triangulation au Maroc » et qu'il ait attendu l'occasion d'un mémoire de cartographie générale sur le Maghreb dans les *Petermanns Mitteilungen* pour m'adresser des critiques qui paraissent assez peu justifiées.

Mes nouveaux itinéraires font ressortir le contraste de modelé de la région d'architecture tabulaire située au Sud du Haut-Atlas et de cette dernière chaîne qui aboutit à la côte entre le cap R'ir et Agadir n Ir'ir. Ils mettent en relief les brachyantoclinaux à flancs jurassiques du djebel Hadid et du cap Tafetneh qui surgissent du Crétacé horizontal ; enfin ils montrent échelonnés, le long de la côte, entre le cap R'ir et le Sous, des plages anciennes soulevées à des altitudes comprises entre 0 et 100 m. et le Plaisancien qui, affleurant au bord de la mer dans les environs de Mogador, se trouve porté à 200-250 m. dans la région plissée qui fait partie de la grande chaîne.

Cette partie du Maroc se prête admirablement à des levés par sa structure géologique. Elle offrira le plus grand intérêt aux topographes le jour, encore lointain peut-être, où ces derniers pourront y opérer à leur aise comme dans tous les pays civilisés.

1. DE FLOTTE DE ROQUEVAINE. Notice sur la carte du Maroc à 1/1 000 000. Henry Barrère, édit., 1904, p. 13-14.

2. DE FLOTTE DE ROQUEVAINE. Die Kartographie von Marokko. *Pet. geogr. Mitt.*, mai 1910.

V. Paquier et L. Mengaud. — *Note préliminaire sur le Crétacé de la province de Santander.*

Des recherches entreprises depuis 1908 par l'un de nous dans la province de Santander nous permettent d'apporter une contribution assez importante à la connaissance des niveaux à Rudistes, encore peu étudiés, de la région cantabrique.

Aux environs du phare de Suances on peut relever, de bas en haut, la succession suivante :

1. Calcaires zoogènes clairs avec de nombreux *Toucasia* de petite taille et *Polyconites Verneuili* BAYLE sp.
2. Banc à Polypiers (1 mètre d'épaisseur environ).
3. Banc bréchiforme peu épais.
4. Marnes grises avec intercalations de grès jaunes se terminant par un banc pétri d'Ostracés et de Serpules.
5. Calcaires durs à *Caprina Choffati*, Caprotines et Orbitolines.

Plusieurs valves supérieures de *C. Choffati* Douv. tout à fait analogues au type portugais par leurs lames radiantes simples sur tout le pourtour. Valve inférieure montrant une large cavité accessoire accompagnant la lame myophore postérieure qui aboutit également à une large dépression ventrale.

Caprotina sp. — Exemplaires de petite taille à valve supérieure operculiforme. Une section naturelle montre la cavité accompagnant la lame myophore postérieure de la valve fixée.

Orbitolina sp. — Analogues par leur aspect à *O. discoidea* A. GRAS, mais toujours de plus grande taille ; certains exemplaires rappellent de la même façon *O. conoidea* A. GRAS.

6. Ensemble puissant de grès tendres à *Orbitolines* semblables aux précédentes et bancs ligniteux assez minces alternant, dès la base, avec des marnes gris-noirâtre à débris d'Ostracés.

Le principal intérêt de cette succession est de présenter un niveau à *Caprina Choffati* dont on verra plus loin la constance dans la région. Cette forme, qui n'était connue jusqu'à ce jour qu'en Portugal, semble caractériser ici un niveau presque immédiatement superposé à des assises à faune urgonienne, ce qui fait présumer pour lui un âge albien.

A l'Ouest de San Vicente de la Barquera on peut observer, de bas en haut, la succession suivante :

1. Calcaires gris, durs et compacts à *Toucasia* (forme au moins très voisine de *T. santanderensis* Douv. Peut-être *T. Seunesi* Douv. y est-elle aussi représentée ? On y trouve encore un curieux *Præradiolites* du groupe de *Pr. triangularis* D'ORB. sp. C'est une forme de petite taille à valve inférieure montrant le pli ventral V très aigu et suivi des deux bandes surélevées E et S.

2. Calcaires gréseux à *Polyconites Verneuili* BAYLE sp., *Horioleura Lamberti* MUN. CHALM.

3. Calcaires durs, du phare de San Vicente, avec *Caprina Choffati* Douv. et *Orbitolina* sp. représentées par des formes analogues à celles signalées plus haut, sauf une plus grande fréquence de la forme conique.

Zone d'étirement.

4. Marnes à *Micraster*.

Mieux encore que la précédente cette coupe montre avec la plus grande netteté la superposition immédiate du niveau à *Caprina Choffati* aux calcaires à *Polyconites Verneuli* et *Horio-pleura Lamberti* dont l'âge, controversé il est vrai, ne saurait être cependant plus récent que l'Albien inférieur.

Il résulte donc du rapprochement de ces deux successions que l'âge albien des calcaires zoogènes à *Caprina Choffati* ne saurait être mis en doute, au moins en ce qui concerne la région cantabrique.

Enfin il convient également de revenir sur l'âge des calcaires d'Altamira de Santillane rapportés au Crétacé supérieur. En effet, outre de nombreuses *Orbitolina discoidea* A. GRAS et *O. conoidea* A. G., on y rencontre de grandes *Toucasia* du groupe de *T. santanderensis* Douv. et des *Ichthyosarcolithes* d'assez grande taille, bien reconnaissables à la forme de leurs canaux. On sait que ce dernier genre a déjà été signalé dans l'Urgonien de Bulgarie et d'Algérie.

SUR LA POSITION EXACTE DE LA CRAIE DE CHATEAUDUN PAR Marius Filliozat.

Les escarpements de la vallée du Loir, en amont de Châteaudun, ont déjà fait l'objet de plusieurs communications.

En 1863, Hébert¹ signale les affleurements près du moulin du Croq-de-Marbot (commune de Marboué), et il place les 30 mètres de craie à silex, qui, à cet endroit, forment les escarpements du Loir, au même niveau que la craie à *Micraster cortestudinarium* (*M. decipiens*). En 1889, M. A. de Grossouvre constate que « cette coupe est d'un grand intérêt parce qu'elle présente le passage du facies de la craie de Villedieu à celui de la craie abyssale du bassin de Paris, passage indiqué par un mélange de faunes des deux facies² ». En 1901, notre savant confrère par-

1. HÉBERT. Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris et sur la division de ce dernier étage en quatre assises. *B.S.G.F.*, (2), XX, 1863, p. 616 et 619.

2. A. de GROSSOUVRE. Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *B.S.G.F.*, (3), XVI, p. 509.

vient enfin à distinguer dans cette coupe, deux horizons paléontologiques :

A la base, un banc calcaire à *Terebratula semiglobosa*, *Spondylus spinosus*, *Micraster decipiens*, *Echinocorys* sp. ;

Au-dessus, une craie à silex à *Pecten quadricostatus*, *Mytilus Bourgeoisi*, *Cyphosoma magnificum*, *Catopygus elongatus*, *Spondylus spinosus*, *Rhynchonella plicatilis*, *Rhynchonella limbata*, *Cidaris clavigera*.

Rapprochant ces deux horizons du calcaire dur de Lavardin (où il avait trouvé un échantillon, très empâté, de *Micraster* du type du *decipiens*) et de la craie à *Micraster turonensis*, qui, dans la même localité, paraissait lui être superposée, M. de Grossouvre concluait que le niveau inférieur du Croq-de-Marbot correspondait à l'assise à *Micraster decipiens* et que le niveau supérieur était synchronique de l'assise à *Micraster turonensis*, représentant ainsi le « faciès latéral de la partie moyenne et de la partie supérieure de la craie de Villedieu »¹.

J'ai eu l'occasion, depuis quelques années, de revoir plusieurs fois cette coupe des environs de Châteaudun et de reconnaître le parallélisme de son assise inférieure avec la zone n° 4 à *Crania ignabergensis* de la craie de Vendôme². Quelques espèces y sont, en effet, particulièrement abondantes et caractéristiques :

<i>Rhagasostoma andromeda</i> D'ORB.	<i>Melicertites punctatum</i> D'ORB.
<i>Onychocella acasta</i> D'ORB.	<i>Rhynchonella</i> sp. ³ .
<i>O.cytherea</i> D'ORB.	<i>Terebratula semiglobosa</i> Sow.
<i>Entalophora madreporacea</i> GOLDF.	<i>Crania ignabergensis</i> RETZ.
<i>Semiclausula angulosa</i> D'ORB.	<i>Bourgueticrinus ellipticus</i> MILL.

A Nogent-le-Rotrou, dans la carrière du Fourneau de la Plante, dont la coupe a été naguère signalée par Triger, j'ai constaté que ce même niveau se trouvait être immédiatement superposé à la craie turonienne. L'assise à *Crania ignabergensis* est donc bien un faciès latéral du calcaire dur de Villedieu⁴. J'arrive ainsi, par une voie différente, aux mêmes conclusions

1. A. de GROSSOUVRE. Recherches sur la Craie supérieure. *Mém. Carte géol. de la France*, I, 1901, p. 344.

2. M. FILLIOZAT. La zone à *Marsupites* dans la craie de Vendôme, 1906, p. 10-11. Bryozoaires crétacés de Vendôme. *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 392.

3. Cette espèce est intermédiaire entre *Rhynchonella plicatilis* Sow. et *Rhynchonella Cuvieri* D'ORB., tout en se rapprochant un peu plus de la première, dont elle diffère toutefois par son lobe médian bien plus rectangulaire (larg. 7 mm.) et par son moins grand nombre de côtes se coupant obliquement.

4. Voir à ce sujet mes observations sur la craie des environs de Vendôme. Bryozoaires crétacés de Vendôme. *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 395.

que M. de Grossouvre quant au parallélisme de l'horizon inférieur du Croq-de-Marbot avec l'assise à *Micraster decipiens*.

L'établissement du synchronisme du niveau supérieur des environs de Châteaudun présentait beaucoup plus de difficultés en raison de la présence, parmi ses rares fossiles, d'espèces particulièrement propres au bassin de Paris. Je suis néanmoins parvenu à y découvrir un certain nombre de bonnes espèces, et j'ai pu ainsi établir une corrélation absolue entre cet horizon supérieur et les zones que j'ai précédemment définies¹.

Ce niveau supérieur du Croq-de-Marbot, qui consiste en un calcaire blanc-jaunâtre, légèrement sableux, renferme notamment, avec de très rares échantillons de *Crania ignabergensis* :

<i>Rhagasostoma andromeda</i> D'ORB.	<i>Plicatula Barroisi</i> PER.
<i>R. lanceolata</i> FILLIOZ.	<i>Cidaris clavigera</i> KON.
<i>Membranipora quadrangularis</i> D'ORB.	<i>C. sceptrifera</i> MANT.
<i>M. (Crassimarginatella) ledensis</i> FILLIOZ. ²	<i>Metopaster Parkinsoni</i> FORB.
	<i>M. uncatius</i> FORB.
	<i>Bourgueticrinus ellipticus</i> MILL.

Ce niveau correspond donc exactement aux zones 2 et 3 de l'assise à *Crania ignabergensis* des environs de Vendôme, dont la continuité en amont de Châteaudun se trouve ainsi parfaitement établie.

Ces conclusions se trouvent, du reste, corroborées par les observations de M. L. Cayeux, qui, ayant soumis à une étude micrographique très sommaire des échantillons de roches provenant des deux horizons des environs de Châteaudun, constate « que bien que d'âge différent, « ces craies » n'ont entre elles que des caractères communs³ ». Or, nous venons de voir qu'elles appartiennent à une même assise et sont d'un âge peu sensiblement différent. Il n'est donc pas surprenant de constater entre elles l'identité de caractères si remarquablement observée par M. Cayeux.

En résumé : La craie des environs de Châteaudun, constituée par deux horizons distincts, est seulement un faciès latéral de la base de la « craie de Villedieu » ; elle représente, en partie, au Croq-de-Marbot, l'assise à *Crania ignabergensis* : l'horizon inférieur correspondant exactement à la zone 4 et l'horizon supérieur aux zones 3 et 2.

1. M. FILLIOZAT. Nouveaux Bryozoaires cheilostomes de la craie. *B. S. G. F.*, (4), VIII, 1908, p. 554.

2. L'examen de quelques échantillons présentant des avicellaires bien conservés me fait placer cette *Membranipora* dans le sous-genre *Crassimarginatella*.

3. L. CAYEUX. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, 1897, p. 403.

LES MINÉRAIS DE FER OOLITHIQUE PRIMAIRES DE FRANCE¹

PAR **L. Cayeux.**

La France est particulièrement riche en minerais de fer oolithique. Ils apparaissent dès le Silurien, puis on les voit prendre un développement considérable au début des temps secondaires, pour disparaître définitivement à l'époque infracrétacée, aussitôt que la glauconie entre en scène.

Les minerais paléozoïques dont je vais résumer très brièvement l'histoire, dans la présente note, sont très répandus dans le Silurien de la presqu'île armoricaine et rares dans le Dévonien. On n'en connaît pour le moment aucune trace, ni dans le Carbonifère, ni dans le Permien. Ces minerais se répartissent de la manière suivante :

- Minerais siluriens : 1) Grès armoricain et Schistes à Calymènes de l'Armorique ;
— dévoniens : 2) Gédinnien de Bretagne ;
— — : 3) Coblenzien de Normandie ;
— — : 4) Eifélien de l'Ardenne franco-belge.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES MINÉRAIS SILURIENS. — La formation silurienne est de beaucoup la plus intéressante au point de vue économique. Elle seule renferme des minerais soumis à une exploitation régulière depuis longtemps, et l'on sait par des explorations récentes que l'importance et la valeur des gîtes sont incomparablement plus grandes qu'on ne l'avait supposé jusqu'à ce jour.

Les minerais siluriens font partie de synclinaux hercyniens, échelonnés du Nord au Sud, comme il suit :

- 1) *Synclinal de May-sur-Orne (Calvados).*
- 2) *Bassin d'Urville (Calvados).*
- 3) *Bande de Falaise*, comprenant, entre autres lambeaux exploités, celui de Saint-Remy (Orne).
- 4) *Synclinal de Bagnoles, Domfront et Mortain* avec son embranchement de La Ferrière-aux-Étangs.
- 5) *Bassin de Laval.*

1. Cette note résume quelques-unes des conclusions d'un volume que l'auteur vient de publier sous le titre : *Les minerais de fer oolithique de France. Fasc. I : Minerais de fer primaires (Étude des Gîtes minéraux de la France, VIII — 344 p., 37 figures dans le texte, 19 planches dont 4 cartes et 15 planches en héliogravure).*

Le minerai qui est réduit à une seule couche d'une épaisseur moyenne de 2 m. 50 dans les trois synclinaux du Nord et la bande de La Ferrière-aux-Étangs en forme plusieurs au Sud. L'auteur de cette observation capitale, M. Oehlert, en a compté jusqu'à cinq dans la bande de Bagnoles-Mortain.

6) *Bassin de l'Anjou*, comprenant selon M. Davy¹ six bandes distinctes, représentant au moins onze horizons différents et une épaisseur totale de minerais que l'on peut fixer provisoirement à environ 16 mètres.

7) *Minerais de Bretagne (Morbihan)*.

Ces minerais oolithiques sont interstratifiés tantôt dans le grès armoricain, tantôt à la limite de cet horizon et des schistes à Calymènes, tantôt dans les schistes à Calymènes.

Au total vingt-sept concessions² avaient été instituées au 1^{er} janvier 1909; beaucoup d'entre elles ne sont pas encore livrées à l'exploitation. La plus ancienne, accordée à la suite des recherches de l'ingénieur Danton, date de 1874.

STRUCTURE ET COMPOSITION DES MINERAIS SILURIENS ET DÉVONIENS.

— Les différents minerais siluriens et dévoniens, considérés sous le rapport de leur structure, peuvent être répartis en trois groupes distincts. On y reconnaît :

- 1) Des minerais oolithiques proprement dits ;
- 2) Des minerais qui ont été oolithiques, à un moment donné de leur existence, mais qui ont cessé de l'être ou qui le sont encore dans quelques-unes de leurs parties.
- 3) Des minerais, communément appelés oolithiques et qui ne renferment le plus souvent que des débris organiques roulés.

1) *Minerais oolithiques proprement dits*. — Tout minerai de cette catégorie se résout en oolithes plongées dans un ciment d'importance variable, avec ou sans restes organiques.

A) *Oolithes*. — Les oolithes ferrugineuses, construites sur le type des oolithes calcaires, ont une composition très variable. Elles sont exclusivement constituées soit par du fer carbonaté, soit par de la chlorite (bavalite, etc.), soit enfin par de l'hématite, rouge en profondeur et brune à la surface, mais le plus souvent leur composition est mixte.

Exemples : Une oolithe carbonatée à l'intérieur est chloritisée

1. L. DAVY. Notice géologique sur l'arrondissement de Segré (Maine-et-Loire) in *Bull. Ind. min.*, (2), IX, pp. 537-634, pl. XXI-XXIV, 1880.

2. Des sept concessions qui ont été accordées pour les minerais dévoniens une seule, celle de Diélette (Manche), sera bientôt livrée à l'exploitation. La plus ancienne remonte à 1811.

à la périphérie, et la séparation des deux substances en présence se fait de telle manière que la bavalite est secondaire et dérive manifestement du fer carbonaté.

Une oolithe est mi-partie chloriteuse et mi-partie hématisée. L'hématite rouge est cantonnée dans la zone marginale, ou apparaît simultanément un peu partout comme un produit d'altération de la bavalite.

Des individus réunissent les trois substances. Dans certaines oolithes du minerai de May, la sidérose est au centre, la chlorite occupe la zone moyenne et pénètre dans la sidérose comme si elle l'avait envahie par corrosion ; quant à l'hématite rouge, elle se développe de la surface vers le centre en rongant la matière verte.

Il en résulte que la constitution des oolithes ferrugineuses est souvent telle qu'un élément renferme des témoins d'une série de compositions qu'il a présentées, au cours de son histoire, et qu'il les montre du centre vers la surface, suivant un ordre qui est celui de leur ancienneté. Chacun des éléments en question résume et condense, sinon toute l'histoire des oolithes, du moins quelques-unes de ses principales phases.

J'ai été ainsi amené à distinguer dans l'histoire des oolithes ferrugineuses trois périodes successives :

- a) *Genèse d'oolithes carbonatées ;*
- b) *Transformation partielle ou totale, suivant le cas, des oolithes carbonatées, en oolithes chloriteuses ;*
- c) *Formation d'oolithes ferrugineuses par décomposition d'oolithes chloriteuses.*

Ajoutons que le passage direct de la sidérose à l'hématite rouge a été observé maintes fois.

B) *Ciment.* — Les observations relatives à la composition des oolithes s'appliquent à la gangue des minerais. Le ciment est carbonaté, chloritisé, hématisé et dans la majorité des cas, il réunit deux, trois composés ferrugineux et même davantage. Son histoire est la même, dans ses grandes lignes, que celle des oolithes, à la différence près, que son évolution minéralogique est presque toujours en retard sur celle des corps oolithiques. Ex. : Une foule de minerais hématisés par leurs oolithes sont carbonatés par leur gangue.

C) *Organismes.* — Les rares organismes observés en compagnie des oolithes appartiennent aux mêmes groupes et présentent les mêmes conditions de fossilisation que ceux des minerais de la troisième catégorie.

2) *Minerais non oolithiques*. — Des minerais, originellement oolithiques, ont été profondément modifiés au cours de leur évolution et ne montrent plus une seule oolithe à l'œil nu. Ce sont invariablement des minerais métamorphiques. De ce nombre sont les minerais siluriens de l'Anjou et du Morbihan (Sainte-Brigitte), les minerais gédinniens de Bretagne (L'Hermitage) et ceux du Coblenzien de la Haute-Normandie (Diélette).

Le développement de la magnétite dans ces dépôts en a troublé l'évolution minéralogique et généralement détruit la totalité des formes oolithiques. Deux cas sont à considérer :

A) Le fer magnétique se fixe uniquement sur l'emplacement des oolithes qui sont alors représentées par de véritables sphérules massives, sans trace de structure concentrique. C'est l'exception.

B) Le fer oxydulé envahit à la fois les oolithes et le ciment, cristallise en octaèdres ou en grains, comme si le milieu était homogène et en détruisant d'autant plus la structure première de la roche qu'il est plus abondant. A la limite, elle cesse d'être distincte, sauf en de très rares points où l'on peut déceler une portion du contour oolithique, un espace interoolithique à contour curviligne, un noyau oolithique, etc.

Les organismes sont épigénisés de la même manière. J'ai noté en particulier la présence de restes d'Encrines et de Bryozoaires transformés en fer magnétique.

Il en résulte que le développement de la magnétite en grande masse efface partiellement ou en totalité la structure oolithique des minerais, résultat qui les différencie de tous les autres, au point que leur origine n'avait pas été soupçonnée.

3) *Minerais organogènes dits oolithiques*. — Il y a dans l'Eifelien de l'Ardenne, en particulier, des minerais qui ont toujours été confondus avec les roches oolithiques, malgré l'absence souvent complète de restes oolithiques. Les éléments figurés, identifiés aux oolithes, sans le secours du microscope, sont des débris organiques roulés et arrondis.

Au point de vue minéralogique, ces organismes se comportent comme les oolithes ; ils sont, ici, carbonatés, là, chloriteux, ailleurs, hématisés, et à leur exemple, ils sont le plus souvent de composition mixte. Quant à la dérivation des matières qui en épigénisent le test et à leur ordre d'apparition, ils restent conformes, en tous points, à ceux des oolithes. Toutefois, il y a entre les uns et les autres une notable différence en ce que les organismes eiféliens sont restés partiellement calcaires.

De ce qui précède, il est permis de conclure, sans réserve, que les minerais pseudoolithiques de cette catégorie sont, les uns d'anciens *calcaires à Entroques*, les autres des *calcaires à Entroques et à Bryozoaires*. Des minerais siluriens d'Amérique (Clinton), qui offrent avec les nôtres la plus grande similitude de composition et d'évolution, sont d'anciens *calcaires à Bryozoaires*.

Par addition d'oolithes, en nombre de plus en plus élevé, ces minerais organogènes passent par toutes les transitions aux minerais exclusivement oolithiques. Il n'est pas superflu de remarquer que la coexistence des organismes et des oolithes entraîne pour tous la même composition minérale. L'évolution des uns et des autres se fait parallèlement.

Les Encrines et les Bryozoaires ne sont pas les seuls groupes représentés dans les minerais. On trouve avec eux des Algues et notamment des *Algues calcaires*, répandues à profusion dans certains minerais de La Ferrière-aux-Étangs (Orne). Ce sont des tubes microscopiques, cylindriques, irréguliers, contournés, repliés maintes fois sur eux-mêmes et comme pelotonnés. Découvertes en 1878 par H. S. Nicholson et R. Etheridge¹ dans le calcaire silurien de Girvan (Écosse) et désignés sous le nom de *Girvanella*, ces Algues ont été rencontrées dans des roches primaires et secondaires, tantôt à l'état libre, tantôt engagées dans des oolithes calcaires. Leurs relations avec les oolithes calcaires sont telles qu'un savant anglais M. Wethered² en a conclu que les oolithes calcaires résultent de la croissance et de l'enroulement de tubes de *Girvanella*, autour d'un corps étranger faisant l'office de noyau. Bref, les oolithes calcaires auraient une origine organique et seraient même des productions du règne végétal.

L'étude des *Girvanella* des minerais de fer, loin d'apporter des arguments à l'appui de cette thèse originale, la contredit en tous points. Elle démontre avec évidence que les *Girvanella* sont des algues perforantes, développées dans une infime proportion des oolithes, si l'on envisage la totalité des individus passés en revue, et qui travaillent, non à former des oolithes, mais à les détruire.

SILICIFICATION DES MINÉRAIS. — La silice fait partie intégrante de tous les minerais analysés, et l'on sait qu'elle est tellement répandue dans certains minerais, qu'il peut en résulter une notable dépréciation des gîtes, au point de vue économique. Elle figure dans la roche sous trois formes différentes :

1. H. A. NICHOLSON and R. ETHERIDGE jun. A Monograph of the silurian Fossils of the Girvan District, in Ayrshire, t. I, 1878, p. 21 et 24, pl. IX, fig. 24.

2. E. B. WETHERED. The Formation of Oolite. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. 51, p. 205, 1895.

1) Un petit nombre de minerais renferment du quartz clas-tique, toujours en faible proportion; quelques minerais de Bre-tagne (Coatquidam) riches en grains de sable, font exception.

2) Tous les minerais chloriteux ou hématisés sont plus ou moins siliceux. Ils le sont par la bavalite qui est un hydrosilicate de fer et d'alumine. Lorsque la matière verte disparaît, pour faire place à l'hématite, il reste le plus souvent au sein de l'oolithe un squelette siliceux, rendu invisible par l'oxyde de fer opaque.

3) Les minerais de fer, tant siluriens que dévoniens, ont été quartzifiés à des degrés très divers. Aucun de leurs éléments essentiels n'échappe à la silicification.

Le quartz secondaire qui envahit les oolithes a son gisement favori sur l'emplacement des noyaux. Le même gîte réunit des individus dont les uns ont un nucléus de quartz et les autres un noyau de sidérose, avec une infinité d'intermédiaires entre les deux types. Le quartz apparaît d'abord au sein des noyaux de fer carbonaté, à l'état de menus éléments qui s'accroissent peu à peu et finissent par prendre toute la place de la sidérose. Il est rare que ce dernier minéral ait été remplacé dans sa totalité; de petites inclusions tantôt clairsemées, tantôt innombrables, sont restées au milieu du quartz, en témoignage de son origine secon-daire. Par exception, l'oolithe tout entière est remplacée par un agrégat de quartz en forme d'ovoïde.

Le quartz secondaire est représenté par des éléments de la taille des grains de sable dans le ciment d'un nombre très notable de minerais. Leurs dimensions souvent uniformes, la régularité de leurs contours et jusqu'à leur répartition donnent le change, au premier abord, sur leur origine. Les nombreuses inclusions qu'ils renferment toujours, telles que la sidérose, la bavalite, le fer oligiste et d'autres encore, ne laissent aucun doute quant à leur origine à la fois secondaire et *in situ*. Lorsque la quartzifi-cation de la gangue est poussée très loin, les grains de quartz, au lieu de rester isolés, se soudent et donnent naissance à de petites plages de quartzite.

Le quartz qui envahit ainsi toute la roche, avec une apparence parfois clastique, est non seulement d'origine secondaire mais tar-dive. Le fait ressort indubitablement de la nature même de cer-tains minéraux qu'on y trouve englobés et de ses relations avec les corps ferrugineux qui l'entourent. Le quartz secondaire emprisonne de la pyrite de fer et de la limonite qui sont par excel-lence, dans tous les gisements considérés, des minéraux formés sous l'influence d'actions météoriques; de plus, il moule tous les éléments avec lesquels il est en contact, y compris la pyrite et la limonite.

Dans les minerais organogènes, il épigénise des colonies entières de Bryozoaires. Quand le quartz secondaire, en grands éléments ou en agrégats pénètre dans les restes d'Encrines dont la structure réticulée est conservée par de l'hématite, il emprisonne les mailles du réseau cellulaire dans ses grains et cristallise sans leur porter la moindre atteinte.

Des observations de détail ont établi que, dans un gisement tel que celui de La Ferrière-aux-Étangs (Orne), la distribution verticale du quartz secondaire est fonction de la distance à la surface. Au sommet du gîte, les grains sont relativement nombreux ; puis le quartz se charge de sidérose, en quantité d'autant plus grande que la profondeur augmente. Ils cèdent bientôt la place à des éléments de sidérose avec inclusions de quartz ; celles-ci se font de plus en plus rares, et à une centaine de mètres du sol les grains de quartz sont en majeure partie remplacés par des éléments de sidérose ; il y a même à cette profondeur des échantillons qui ne sont pas du tout quartzifiés.

La quartzification diminue avec la profondeur, tel est le fait capital mis en lumière par ces observations. Il en découle une conséquence pratique. La disparition progressive du quartz secondaire sera compensée par un enrichissement équivalent en fer carbonaté. Tout porte à croire qu'il en sera de même pour tous les minerais siluriens non métamorphiques de l'Armorique.

ÉVOLUTION MINÉRALOGIQUE DES MINÉRAIS PALÉOZOÏQUES. — Les organismes de différente nature qui entrent dans la composition des minerais siluriens et dévoniens nous fournissent un point de départ indiscutable pour établir l'enchaînement des métamorphoses auxquelles ils ont été soumis. J'ai observé dans ces minerais, et parfois en nombre considérable, des débris de *Bryozoaires*, de *Brachiopodes*, de *Mollusques*, d'*Encrines* et des *Algues calcaires*. Personne ne peut révoquer en doute que ces organismes étaient calcaires à l'origine. Or, je l'ai déjà dit, ces organismes ont subi une évolution identique à celle des oolithes. La règle est que la sidérose, la bavalite et l'hématite rouge, qui en épigénisent le test, se succèdent dans le temps, avec la possibilité d'un passage direct du fer carbonaté au fer hématisé comme dans les corps oolithiques.

La conclusion que le dépôt minéralisé était originellement calcaire peut s'étendre, à la rigueur, aux minerais à la fois oolithiques et organogènes, où l'on constate toujours qu'une composition donnée pour les oolithes implique la même composition pour les organismes qui les accompagnent. Mais dès qu'on se

trouve en présence de minerais, exclusivement oolithiques, il n'y a point de raisons *a priori* pour les faire dériver de calcaires.

L'évolution minéralogique des organismes, à test primitivement calcaire, parallèle terme à terme à celle des oolithes, crée tout au moins une forte présomption en faveur d'un point de départ identique pour les deux groupes de matériaux. Cette présomption se change en preuve, croyons-nous, dès que l'on fait entrer en ligne de compte la présence du calcaire à l'intérieur de quelques oolithes siluriennes de Normandie, la diffusion du carbonate de chaux dans les minerais eiféliens de l'Ardenne et la multitude d'oolithes restées partiellement calcaires dans le minerai silurien de Clinton (États-Unis).

Faut-il étendre cette conclusion aux seuls minerais qui contribuent à l'étayer, et qui sont d'ailleurs nombreux, ou l'appliquer à tous nos minerais oolithiques primaires? Je n'hésite pas, pour ma part, à y voir l'expression d'une règle absolument générale. Si elle paraît souvent en défaut, c'est parce que beaucoup d'échantillons, d'évolution trop avancée, n'ont gardé aucune trace de leur composition minéralogique initiale. Bref l'histoire des oolithes me paraît calquée d'un bout à l'autre sur celle des organismes, et la plus grande partie de nos minerais oolithiques primaires se sont déposés sous la forme de *calcaires oolithiques*.

Il convient d'ajouter que les minerais paléozoïques se prêtent, moins que tous les autres, à la démonstration que les minerais de fer oolithique étaient calcaires à l'origine, aussi bien par leurs oolithes que par leurs organismes et que l'étude des minerais secondaires apportera de nouveaux et solides arguments à l'appui de cette théorie.

PROLONGEMENT DES MINERAIS DE FER OOLITHIQUE SILURIENS DE LA PRESQU'ÎLE ARMORICAINE SOUS LE BASSIN DE PARIS. — Il est démontré qu'à l'époque silurienne, la mer qui couvrait une grande partie de l'Europe était limitée à l'Ouest par un continent, situé sur l'emplacement de l'Atlantique Nord.

Pour la presqu'île armoricaine, en particulier, cette notion ressort avec évidence des transformations subies par les sédiments siluriens, quand on les suit de l'Est à l'Ouest. L'accroissement d'épaisseur, parfois considérable, de plusieurs formations détritiques cambriennes et ordoviciennes, le grand développement des poudingues de la base du Cambrien et la disparition progressive des calcaires de la vallée de la Laize, dans la direction de l'Ouest, sont autant de faits témoignant de l'existence d'un rivage du côté de l'Atlantique.

Si l'on figure sur une carte de France, au millionième, les gîtes exploitables ou exploités de minerais de fer oolithique siluriens de la presqu'île armoricaine, on constate qu'ils se groupent tous en bordure du Bassin parisien. Il en résulte que les conditions favorables à la genèse des dépôts qui sont devenus, avec le temps, des minerais de fer, n'ont été réalisées qu'à une grande distance de la terre ferme. A cet égard, les minerais siluriens se comportent exactement comme les calcaires de la vallée de la Laize : les uns et les autres se développent dans la presqu'île armoricaine, en fonction de l'éloignement des rivages.

Les sédiments, transformés en minerais de fer, correspondent, au même titre que les marbres cambriens, à des conditions de sédimentation exceptionnelles pour la région considérée. Deux faits indiscutables découlent, en effet, des recherches auxquelles je me suis livré. Ces dépôts étaient oolithiques à l'origine, et les matériaux détritiques sont restés en moyenne presque totalement étrangers à leur genèse, alors que tout le Silurien armoricain est d'origine clastique. Ces conditions particulières de sédimentation ont donné naissance à des calcaires oolithiques à l'époque ordovicienne, à une grande distance de la côte, comme elles ont engendré des calcaires durant le Cambrien. Ce sont ces mêmes calcaires oolithiques qui, après de multiples métamorphoses, sont devenus des minerais oolithiques de composition très variée.

Il est acquis, en toute hypothèse, que les minerais siluriens en question sont étroitement cantonnés à l'Est de l'Armorique et que certains gîtes sont exploités, ou simplement explorés, sous le bord occidental de la couverture de terrains secondaires du Bassin de Paris.

Où s'arrête le minerai de fer oolithique dans la direction de l'Est? Il doit s'étendre bien loin sous le Bassin parisien, si l'opinion que j'ai exprimée sur la nature première des dépôts ferrugineux est conforme à la vérité. Il y a même une raison de supposer que son épaisseur est susceptible d'augmenter graduellement, mais jusqu'à une distance inconnue. Je suis guidé en cela par l'idée théorique suivante : Les minerais dérivent de calcaires. Or il est infiniment probable que la formation calcaire s'épanouissait vers le large, et partant que les minerais qui en occupent la place se développent pareillement dans la même direction. Mon hypothèse est-elle fondée, les gisements connus ne sont, dans leur ensemble, que l'extrémité de gîtes qui ont leur principal développement sous le Bassin de Paris.

Il semble résulter d'observations que j'ai faites dans la concession de La Ferrière-aux-Étangs (Orne), que l'enfouissement

des minerais, sous une grande épaisseur de terrains secondaires, n'aurait qu'une faible répercussion sur leur composition. La seule modification notable porterait sur les substances introduites dans le dépôt par l'intermédiaire des eaux météoriques. L'interposition d'un niveau imperméable entre le minerai et la surface rendrait la quartzification faible ou nulle.

Certaines réserves s'imposent, lorsqu'on envisage la question au point de vue pratique. Il convient de ne chercher le minerai qu'en s'aidant de toutes les lumières de la Géologie. Le suivre de proche en proche, dès qu'il disparaît sous les terrains secondaires, est assurément la méthode la moins faillible. Il faut compter en profondeur avec toutes les dislocations qui accidentent les bassins de Normandie et avec le relèvement et l'interruption possibles des synclinaux. L'épaisseur des terrains secondaires à franchir, la difficulté de déterminer l'emplacement des sondages, etc., doivent également entrer en ligne de compte. En formulant ces réserves, mon dessein n'est point de décourager les velléités de recherches dans le domaine à explorer, mais d'inviter à la prudence ceux qui seront tentés de s'engager dans cette voie.

LES ARGILES DE BADEN (AUTRICHE) ET LES MARNES DE CABRIÈRES D'AIGUES (VAUCLUSE)¹

PAR J. Cottreau.

Au cours d'un récent voyage en Autriche où je visitai en compagnie de mon confrère et ami, M. Paul Jodot, les principaux gisements miocènes du bassin de Vienne (premier et deuxième étages méditerranéens), je fus amené à explorer la localité classique de Baden.

Situé à 25 kilomètres environ au Sud de Vienne, Baden s'étend au pied d'escarpements montagneux, formés par la masse complexe du calcaire de la Leitha (faciès récifal ou littoral) et, en quelques points, par la dolomie².

Argiles de Baden. — Dans la plaine, en suivant la route de Vöslau, on rencontre à quelques centaines de mètres hors de la ville (cote 226 env.) plusieurs tuileries. Les excavations dont le fond est toujours occupé par l'eau, atteignent parfois une profondeur d'au moins dix mètres : nous avons examiné deux de ces exploitations en pleine activité entre Soos et Baden, notamment la tuilerie Edouard Philipp. On y voit l'argile fine de Baden, gris-bleuté, très homogène, présentant fréquemment du gypse en très petits cristaux : elle est recouverte en ce point par des formations diluviales, graviers, gros blocs du calcaire de la Leitha ou de roches diverses. M. P. Jodot a vu, immédiatement au-dessus de l'argile, des *Melanopsis* pontiens (*Lyrœa vindobonensis* PARTSCH) dans des sables argileux jaunes appartenant aux couches à Congéries. On sait, en outre, que les formations du Leithakalk ont été rencontrées en de nombreux forages sous les argiles de Baden qui plongent elles-mêmes légèrement vers le Sud³.

Si la stratigraphie est, somme toute, assez peu satisfaisante dans les tuileries de Baden, la faune y est très riche et offre d'intéressantes observations paléontologiques. Il y a là une formation bathyale, accusée par le faciès lithologique rappelant de façon frappante celui des argiles bleues plaisanciennes, accusée aussi par la faune bien connue de Baden où abondent notamment,

1. Travail fait au Laboratoire de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle.

2. D. STRUN. Geologische Special-Karte der Umgebung von Wien. Blatt IV (Baden und Neulengbach). 1891.

3. TH. FUCHS. Excursion aux environs d'Atzgersdorf, Baden et Vöslau. *Livret-Guide du Congrès international de Géologie à Vienne*, 1905.

en compagnie des Dentales, Turritelles, Amussies, Foraminifères, de nombreux Pleurotomes.

Cette faune, dont l'âge est rapporté au Tortonien supérieur, a été comparée aux marnes de Cabrières d'Aigues dans le bassin du Rhône, notamment par M. le Professeur Depéret qui écrivait en 1893 : « On est autorisé à affirmer à la fois par la stratigraphie et la paléontologie, le parallélisme exact de l'horizon de Baden et encore plus de Gainfahren et de Grinzing avec celui de Cabrières ¹. » D'autre part, en 1878, Fontannes, parlant des marnes de Cabrières, s'était exprimé ainsi : « Par l'ensemble de ses fossiles, le groupe des marnes et sables à *Cardita Jouanneti* me paraît correspondre aux assises qui, dans le bassin de Vienne, sont subordonnées à l'argile de Baden, c'est-à-dire à la partie inférieure et moyenne du deuxième étage méditerranéen, les couches de Baden renfermant de nombreuses espèces qui, dans le bassin du Rhône, ne font leur apparition que dans les marnes et faluns du groupe de Saint-Ariès ² ».

Ayant entrepris l'étude comparative et détaillée au point de vue paléontologique des gisements autrichiens de Gainfarn ³, Vöslau, Baden, étude qui confirme pleinement le synchronisme des dépôts de Baden et de Cabrières reconnu en particulier par M. Ch. Depéret et admis par tous les géologues, j'ai pu préciser les relations existant entre ces deux gisements au point de vue du faciès et de la faune, j'ai été amené en outre à synchroniser avec les argiles de Baden et les marnes de Cabrières (Tortonien supérieur) les marnes bleues de Carnot (Algérie), rapportées jusqu'à présent à la partie inférieure de l'étage sahélien de Pomel.

Marnes de Cabrières d'Aigues. — A Cabrières, la stratigraphie est très nette. Dans le ravin du Vabre qui fournit la meilleure coupe, on observe de bas en haut ⁴ :

1° Les marnes de Cabrières reposant sur la mollasse de Cucuron avec plusieurs bancs de galets.

2° A la partie supérieure des marnes un banc de galets avec de gros Pélécy-podes abondants.

3° Au-dessus un banc à *Ostræa crassissima* dans une argile bleue très fine.

1. C. DEPÉRET. Sur la classification et le parallélisme du Système Miocène. *B.S. G.F.*, (3), XXI, p. 224, 1893.

2. FONTANNES. Terrains néogènes du plateau de Cucuron, p. 59, 1878.

3. Le nom de cette localité orthographié autrefois Gainfahren, notamment par M. Hörnes sur la carte indiquant les principaux gisements fossilifères du bassin, de Vienne, s'écrit actuellement Gainfarn sur les cartes d'état-major.

4. Voir la coupe détaillée du torrent du Vabre, in DEYDIER. Notice géologique et agronomique de la région de Cucuron. *Mém. Ac. Vaucluse*, (2), t. II, 1902.

Le régime saumâtre et palustre du Pontien commence immédiatement après ce banc à *Ostræa crassissima*. Ce sont :

1° Des marnes grises qui ont fourni en un seul point une faune de très petits Pélécy-podes à notre confrère, M. Deydier, qui a bien voulu me montrer cette coupe.

2° Des marnes contenant en abondance *Lyræa Narzolina* BONELLI, des Bithynies, Planorbes, Limnées et *Helix Christoli* ;

3° Des calcaires blancs à *Helix Christoli* ;

4° Les limons rouges du Lubéron avec conglomérat où M. Gaudry retrouva la faune de Pikermi.

Les marnes de Cabrières ont un faciès lithologique très différent des argiles de Baden : elles sont gris noirâtre, très sableuses, non homogènes, contenant plusieurs bancs de galets roulés.

La faune est également fort différente de celle de Baden comme on pourra le constater d'après les listes de comparaison ci-jointes. Nous n'avons pas à Cabrières un dépôt bathyal, mais un dépôt néritique, qui devient même franchement littoral à la partie supérieure se terminant par un banc d'Huîtres qui précède le régime pontien.

Il était donc intéressant de rechercher dans le bassin de Vienne les couches correspondant exactement comme faciès et comme faune à nos marnes de Cabrières. Ayant consulté à ce sujet les travaux géologiques et les listes de fossiles publiés par M. Hörnes, R. Hörnes et Auinger, Th. Fuchs, X. Schaffer, D. Stur, j'ai reconnu que des dépôts exactement comparables au double point de vue du faciès et de la faune aux marnes de Cabrières existent effectivement dans le bassin de Vienne, mais à Gainfarn et Vöslau, non à Baden.

Couches de Gainfarn. — Près de Gainfarn, situé à 6 km. environ au Sud-Ouest de Baden, cote 264 environ, on voyait de haut en bas, d'après une coupe relevée en 1870 par D. Stur¹.

1° Formations diluviales. Conglomérat et gravier du Leithakalk, 18 m. env. ;

2° Couches à Huîtres, 1 m. environ ;

3° Sables marneux contenant à la partie supérieure *Vermetus arenarius*, à la partie inférieure *Ancillaria glandiformis* et Turritelles, 6 à 7 m. ;

4° Sables jaunes très fossilifères, 1 m. environ ;

5° Sables marneux sans fossiles 9-10 m.

Cette coupe est comparable dans l'ensemble à celle des marnes de Cabrières et il est à remarquer qu'elle se termine également par un banc d'Huîtres.

1. E. STUR. Beiträge zur Kenntniss der stratigraphischen Verhältnisse der marinen Stufe des Wiener Beckens. *Jahrb. d. kais. kön. Reichs.*, XX, p. 329, 1870.

Les couches de Gainfarn ont une faune franchement néritique contenant, comme à Cabrières, avec de gros Pélécy-podes à la partie supérieure (entre autres *Megacardita Jouanneti*¹), des espèces qui vivent dans les eaux peu profondes non loin du rivage.

Les Pélécy-podes y sont aussi nombreux que les Gastéropodes, tandis que, dans les argiles de Baden, on ne compte plus que 33 espèces de Pélécy-podes pour un ensemble d'environ 240 Gastéropodes. Il faut d'ailleurs noter l'absence absolue, dans les argiles de Baden, des grands Pélécy-podes appartenant aux genres *Cardita* et *Cardium*. Le genre *Venus* n'est représenté à Baden que par une petite espèce, *Venus multilamella* LAMK. (rare), le genre *Lucina* par trois petites espèces également rares, *Lucina (Myrtea) spinifera* MONT., *Lucina (Loripes) dentata* BAST., *Lucina (Cardiolucina) Agassizi* MICHT.

Je dois ajouter que, sur 242 espèces de Gastéropodes signalées dans les argiles de Baden, 121 espèces sont inconnues dans les couches de Gainfarn : 10 Pélécy-podes sur les 32 espèces citées à Baden ne se retrouvent pas non plus à Gainfarn.

Cette grande différence entre la faune de Baden et celle de Gainfarn est due uniquement aux conditions lithologiques différentes de ces deux dépôts. J'estime qu'il faut considérer les couches de Gainfarn comme synchroniques de celles de Baden, Gainfarn étant le faciès néritique, Baden le dépôt bathyal de la même mer, ce qui se confirme par la coupe relevée à Vöslau.

Couches de Vöslau. — A mi-distance environ de Baden et de Gainfarn, aux environs de la cote 246, on voit à Vöslau, d'après M. Th. Fuchs², au-dessus de l'argile gris-bleuté à faune typique de Baden, des couches sableuses avec graviers et conglomérats renfermant « la faune typique du Leithakalk, faciès de Gainfarn ». Ce « Tegel » supérieur de Vöslau, jaune, sableux, a été, en 1874, l'objet d'une étude détaillée de D. Stur³ qui donne une liste de fossiles et, dans sa conclusion, s'exprime ainsi :

« Le Tegel jaune supérieur de Vöslau n'a de commun avec la faune du Tegel de Baden que 5 espèces, chacune représentée par un seul exemplaire.

1. *Megacardita Jouanneti* des marnes de Cabrières n'est pas la forme type à côtes convexes, mais la variété *laeviplana* DER. caractérisée par ses côtes déprimées, parfois à peine accusées, son test très épais près du bord antérieur, s'amincissant vers le bord postérieur.

2. TH. FUCHS. *Loc. cit.*

3. D. STUR. Ueber den gelben oberen Tegel in der Tegelgrube von Vöslau. *Verhandl. der k. k. geol. R. A.*, VIII, p. 336, 1874.

<i>Pleurotoma bracteata</i> BROCC.	<i>Cerithium spina</i> PARTSCH.
— <i>Coquandi</i> et <i>Lamarcki</i>	<i>Scalaria amæna</i> PHIL.
BELL.	<i>Turbonilla costellata</i> GRAT.

« Ce Tegel contient 32 espèces de Mollusques qui se rencontrent à la fois à Baden, à Gainfarn, à Enzersfeld.

« La faune du Tegel jaune supérieur de Vöslau contient environ 68 espèces qu'on rencontre habituellement dans les deux niveaux supérieurs à Gainfarn, Enzersfeld, Gründ, Pötzleinsdorf, Speising et Steinabrünn.

« La grande abondance de gros bivalves tels que *Venus umbo-naria* LAMK., *V. Dujardini* HÖRNES., *Cytherea pedemontana* AG., fait considérer la partie supérieure du Tegel de Vöslau comme équivalent de Pötzleinsdorf et Speising. Plusieurs autres petits Gastropodes recueillis seulement à Steinabrünn rapprochent le Tegel jaune de Vöslau de ce niveau¹.

« Les espèces suivantes qu'on rencontre dans le Leithakalk manquent enfin complètement dans le Tegel jaune supérieur de Vöslau.

<i>Pecten latissimus</i> BROCC.	<i>Cardita Jouanneti</i> BAST.
<i>Spondylus crassicoستا</i> LAMK.	<i>Nullipora ramosissima</i> REUSS sp. »

En résumé, on distingue dans la faune du Tegel supérieur de Vöslau :

1° Un petit nombre d'espèces ubiquistes qui se rencontrent abondamment, aussi bien dans le faciès bathyal de Baden que dans le faciès néritique de Gainfarn. Ce sont notamment :

<i>Murex (Tubicauda) spinicosta</i> BRONN.	<i>Arca (Anadara) diluvii</i> LAMK.
<i>Natica millepunctata</i> LAMK.	<i>Cassidea (Semicassis) saburon</i> ² LAMK.
— <i>catena</i> var. <i>helicina</i> BROCC.	(in D. Stur).
<i>Fusus longiroster</i> BROCC.	<i>Chenopus Uttingeri</i> RISSO.

2° Un autre lot beaucoup plus important comprend des espèces qui se trouvent à l'état de rareté dans un milieu qui ne leur est pas favorable ;

3° L'absence de certaines grandes espèces de Pélécy-podes vivant plus près du rivage dans des eaux plus chaudes.

Le fait important à retenir, c'est la constatation à Vöslau de la faune de Gainfarn *passant graduellement* à la faune de Baden, l'une étant le faciès néritique, l'autre le faciès bathyal de la même mer.

1. L'absence de *Cardita Jouanneti* dans le Tegel supérieur de Vöslau est peut-être douteuse, car elle existe à Gainfarn.

2. Dans ses « Essais de Paléonconchyologie comparée » (5^{me} livraison, p. 125, 1903), M. Cossmann indique *Buccinum saburon* LINN. comme étant le type du genre *Semicassis*. *Cassis saburon* LAMK. devient *Cassidea (Semicassis) saburon*.

J'ai pu étudier des *Cassis* de Baden : ils correspondent exactement à la variété que DeFrance a dénommée *Semicassis lævigata* (Voir in *Palæontologia Universalis* : *Cassis (Semicassis) lævigata* DEFRE., série II, fasc. IV, n° 137). *Semicassis saburon* est une espèce vivant actuellement.

Tableau comparatif ¹ des espèces communes aux gisements de	CABRIÈRES	GAINFARN	VOSLAU	BADEN
<i>Conus (Lithoconus) Mercati</i> BROCC.....	C	R	R	
— (<i>Chelyconus</i>) <i>clavatus</i> LAMK.....	RR	RR	RR	
<i>Ancillaria (Baryspira) glandiformis</i> LAMK.....	CC	CC	CC	CC
<i>Cypræa sanguinolenta</i> GMEL. ²	*	R		
<i>Ovula spelta</i> LAMK.....	RR	RR		
<i>Erato lævis</i> DONOV.....	C	R	R	RR
<i>Ringicula (Ringiculella) buccinea</i> DESH.....	RR	R	R	CC
<i>Mitra aperta</i> BELL.....	RR	R		
— <i>fusiformis</i> BROCC.....	C	R		
— <i>ebenus</i> LAMK.....	C	R		R
<i>Terebra acuminata</i> BORSON.....	C	R	C	C
<i>Nassa (Amycla) semistriata</i> BROCC. ³	*	C		R
— (<i>Peridipsaccus</i>) <i>eburnoides</i> MATH. ⁴	R	RR	RR	RR
— <i>Dujardini</i> DESH. ⁵	C	CC	C	
<i>Triton (Lampusia) affine</i> DESH.....	RR	R	R	R
<i>Murex (Chicoreus) Dujardini</i> TOURN. ⁶	C	R	R	R
<i>Ocenebra (Vitularia) lingua bovis</i> BAST.....	×	R	R	
<i>Murex latilabris</i> MIGHT.....	RR	RR		
<i>Murex vindobonensis</i> HÖRN.....	R	R	R	
<i>Tudicula rusticula</i> BAST.....	C	R	RR	RR
<i>Fasciolaria Tarbelliana</i> GRAT.....	RR		RR	RR
<i>Cancellaria (Solatia) Westiana</i> GRAT.....	RR	RR		
<i>Pleurotoma (Genotia) ramosa</i> BAST.....	C	R	RR	RR
— (<i>Clavata</i>) <i>asperulata</i> LAMK. ⁷	C	CC	CC	CC
— (<i>Perrona</i>) <i>Jouanneli</i> DES MOUL.....	CC	CC	C	
— (<i>Drillia</i>) <i>obeliscus</i> DES MOUL. ⁸	*	R	C	CC
— <i>granulato-cincta</i> MÜNST.....	R	CC	RR	
<i>Cerithium (Terebralia) lignitarum</i> EICHW.....	R	RR		RR
<i>Turritella (Protoma) cathedralis</i> BRONGT.....	R	R		
— (<i>Archimediella</i>) <i>bicarinata</i> EICHW. ⁹	C	C	C	RR

1. Explication des signes employés dans ce tableau :

× signifie existe (le degré de fréquence ou de rareté n'étant pas précisé).
C — commun. CC signifie très commun.
R — rare. RR — très rare.
* indique une forme représentative.

2. La forme représentative à Cabrières est la *Cypræa præ sanguinolenta* FONT. assez rare.

3. *Nassa semistriata* Brocc. type n'existe pas à Cabrières, c'est la variété *Nassa semistriata* var. *cabrierensis* F. et T. qui y est très commune.

4. *Nassa (Peridipsaccus) eburnoides* MATH. = *Buccinum Caronis* BRONGT.

5. *Nassa Dujardini* DESH. existe à Cabrières avec cinq variétés dont deux sont citées comme très rares.

6. *Murex Dujardini* TOURN. = *Murex aquitanicus* GRAT.

7. Il existe à Cabrières, avec l'espèce type commune, deux variétés.

8. La forme représentative, commune à Cabrières, est le *Pleurotoma (Drillia) pseudo-beliscus* F. et T. de petite taille.

9. M. Sacco a établi pour cette espèce une variété *subunocincta*.

Liste des espèces communes aux gisements de	CABRIÈRES	GAINFARN	VÖSLAU	BADEN
<i>Turritella (Zaria) subangulata</i> BROCCHI.....	R	R	R	R
<i>Xenophora Deshayesi</i> MIGHT.....	R	R		
<i>Trochus (Forskalia) fanulum</i> GMEL.....	RR	RR	RR	
<i>Solarium simplex</i> BRONN.....	R	RR		
<i>Vermetus (Petalococonchus) intortus</i> LAMK.....	R	CC	R	
<i>Adeorbis Woodi</i> HÖRNES ¹	× (?)			RR
<i>Actæon semistriatus</i> GRAT.....	R	RR	RR	RR
<i>Sigaretus haliotideus</i> LINN. ²	R	R		
<i>Natica (Polinices) redempta</i> MIGHT.....	×	CC	CC	
— (<i>Neverita</i>) <i>Josephinia</i> RISSO.....	C	R	R	
<i>Eulima subulata</i> DONOV.....	RR	RR		R
<i>Rissoa (Alvania) curta</i> DUJ.....	R		R	
<i>Bulla (Tornatina) Lajonkaireana</i> BAST ³	R		RR	
<i>Crepidula (Janacus) unguiformis</i> LAMK.....	R	C		C
<i>Calyptrea chinensis</i> LINN.....	C	C	RR	
<i>Capulus (Amathinoides) sulcosus</i> BROCC. ⁴	×		×	
<i>Fissurella italica</i> DEFR.....	C	R		
<i>Gastrochaena dubia</i> PENNANT.....	R	RR		
<i>Saxicava arctica</i> LINN. ⁵	R	R	R	
<i>Sphæria analina</i> BAST.....	R			RR
<i>Corbula carinata</i> DUJ.....	R	C		
<i>Corbula gibba</i> OLIVI.....	C	C	C	C
<i>Lutraria (Psammophila) oblonga</i> CHEMN ⁶	C	R	RR	
<i>Tellina (Peronæa) planata</i> LINN. ⁷	CC		R	
<i>Psammobia (Psammocola) Labordei</i> BAST ⁸	R		R	
<i>Donax intermedia</i> HÖRNES ⁹	×		RR	
<i>Venus (Ventricosa) multilamella</i> LAMK.....	RR	×	×	×
<i>Venus (Circumphalus) plicata</i> GMEL.....	CC	C	R	
— (<i>Clausinella</i>) <i>Basteroti</i> DESH.....	C	R	R	
— (<i>Omphalocladrum</i>) <i>subrotunda</i> DEFR ¹⁰	R	CC		

1. Cette espèce a été signalée à Cabrières, comme étant très rare, par Fontannes. Je n'en ai vu aucun exemplaire.

2. D'après M. Sacco, *Sigaretus haliotideus* LINN. = *Cryptostoma striatum* de SERRES.

3. Cette espèce est citée comme très rare par Stur dans le Tegel jaune supérieur de Vöslau.

4. Espèce citée par Stur sans degré de fréquence dans le Tegel jaune supérieur de Vöslau.

5. D'après M. Sacco, *Saxicava arctica* L. in HÖRNES, Foss. Moll. tert. Beck. Wien, II, p. 24, 25 = *Saxicava rugosa* (L.) PENN. L'espèce est rare à Cabrières et n'a été citée qu'avec l'épithète *cf.*

6. Stur cite un seul exemplaire du Tegel supérieur de Vöslau.

7. Trois exemplaires signalés dans le Tegel supérieur de Vöslau.

8. Cité à Vöslau par Stur (Tegel supérieur).

9. *Donax intermedia* HÖRNES n'est cité qu'à un seul exemplaire à Vöslau par Stur.

Une variété de cette espèce existe à Cabrières.

10. M. G. F. Dollfus a fait remarquer que *Venus subrotunda* DEFR. avait la priorité sur *Venus clathrata* DUJ. cité par Fontannes et HÖRNES.

Liste des espèces communes aux gisements de	CABRIÈRES	GAINFARN	VÖSLAU	BADEN
<i>Meretrix (Callista) pedemontana</i> AG. ¹	C		C	
— (<i>Amiantis</i>) <i>gigas</i> LAMK ²	R		R	
<i>Cardium (Ringicardium) hians</i> BROCC ³	*		R	
— (<i>Parvicardium</i>) <i>papillosum</i> POLI.....	R	R	R	
<i>Chama gryphina</i> LAMK ⁴	R	R	R	R (?)
— <i>gryphoïdes</i> LINN.....	CC	C		
<i>Lucina (Codokia) Haidingeri</i> HÖRN.....	×	C		
— (<i>Dentilucina</i>) <i>borealis</i> LINN.....	R	R	R	
— (<i>Loripes</i>) <i>dentata</i> DEFR.....	R	R	R	R
<i>Erycina Austriaca</i> HÖRN ⁵	×		RR	
<i>Cardita (Actinobolus) antiquatus</i> var. <i>Partschii</i> GOLDF ⁶	R	×	R	
— (<i>Megacardita</i>) <i>Jouanneti</i> BAST var. <i>læviplana</i> DEP. ⁷	CC	C		
<i>Nucula nucleus</i> LINN.....	RR	×	sp.	×
<i>Leda (Ledina) fragilis</i> CHEMN.....	RR	×	C	×
<i>Pectunculus glycimeris</i> LINN ⁸	C	*		
<i>Arca (Pectinarca) Breislaki</i> BAST.....	×	R		
— (<i>Fossularca</i>) <i>lactea</i> LINN.....	R	×	R	
— (<i>Anadara</i>) <i>diluvii</i> LAMK.....	×	×	×	×
— — <i>turonica</i> DUJ. ⁹	CC	C	R	
<i>Pinna pectinata</i> LINN. var. <i>Brochii</i> D'ORB. ¹⁰	R	R	R	R
<i>Chlamys gloriamaris</i> DUB. var. <i>longolævis</i> SACCO ¹¹	C	×		

1. *Meretrix pedemontana* AG. est cité par D. Stur comme fréquent dans le Tegel supérieur de Vöslau qui = Gainfarn. Il est très probable que cette espèce se trouve également dans cette dernière localité, mais ni M. Hörnes, ni Th. Fuchs ne l'y indiquent. A Cabrières *Meretrix pedemontana* est représenté par une variété pour laquelle Fontannes a proposé le nom de var. *cucuronensis*.

2. *Venus umbonaria* LAMK. = *Meretrix (Amiantis) gigas* LAMK., espèce citée commela précédente par Hörnes et Stur à Vöslau dans le Tegel sableux.

3. *Cardium hians* BROCC., très rare, d'après Stur, dans le Tegel supérieur de Vöslau, a pour forme représentative à Cabrières *Cardium Darwini* MAYER excessivement voisin et également très rare. Mayer considérait que cette espèce était encore vivante actuellement. Pour M. Sacco, *Cardium Darwini* MAY. = *Cardium indicum* LAMK. actuel.

4. A Cabrières, *Chama gryphina* LAMK. appartient à la variété *inversa* BRONN.

5. Un seul exemplaire cité par D. Stur dans le Tegel supérieur de Vöslau.

6. *Cardita Partschii* GOLDF. existe à l'état de variété à Cabrières.

7. La *Cardita Jouanneti* des marnes de Cabrières n'est pas l'espèce type, c'est la variété *læviplana* DEPERET qui, d'après M. Sacco, est une forme essentiellement tortonienne.

8. *Pectunculus glycimeris* LINN. a pour forme représentative à Gainfarn et Vöslau *Pectunculus (Azinea) pilosus* LINN. que plusieurs auteurs, et tout récemment M. J. Dollfus, considèrent comme devant être réuni au *Pectunculus glycimeris* LINN.

9. L'espèce des marnes de Cabrières est une forme très évoluée.

10. M. Sacco considère que la *Pinna Brochii* figurée par Hörnes constitue une variété spéciale pour laquelle il a proposé le nom de *Pinna pectinata* LINN. var. *vindobonensis*.

11. *Chlamys gloriamaris* DUB. var. *longolævis* SACCO. = *Pecten substriatus* D'ORB. ni Hörnes.

Liste des espèces communes aux gisements de	CABRIÈRES	GAINFARN	VÖSLAU	BADEN
<i>Plicatula mytilina</i> PHIL.....	RR	×	RR	
<i>Ostrea digitalina</i> DUB ¹	CC	×	C	
<i>Anomia ephippium</i> LINNÉ var. <i>ruguloso-striata</i> Brocc. in Bronn ²	×	×	R	

1. Fischer et Tournouër ont figuré provenant des marnes de Cabrières, une variété *leberonensis*.

2. *Anomia ephippium* LINN., espèce très polymorphe, existe à Cabrières ainsi que la var. *ruguloso-costata* = *Anomia costata* in Hörnes (*pars.*). *Anomia ephippium* LINN. var. *costata* Br. existe dans le bassin de Vienne, mais non dans le bassin du Rhône d'après M. Sacco.

Récapitulation des Gastropodes et Pélécyposes de Cabrières d'Aigues, Gainfarn, Vöslau, Baden et des espèces communes entre ces gisements.

Faunes des Gastropodes et Pélécyposes			
Gisements	GASTROPODES	PÉLÉCYPOSES	Total
CABRIÈRES D'AIGUES (liste dressée par M. Deydier.)	165	131	296
GAINFARN (liste de MM. M. Hörnes et Th. Fuchs).	193	64	257
VÖSLAU (listes de M. Hörnes et D. Stur).	85 (Tegel sup ^r). 118 (Tegel inf ^r).	48 (Tegel sup ^r). 11 (Tegel inf ^r).	133 (Tegel sup ^r). 129 (Tegel inf ^r).
BADEN (listes de M. Hörnes, Hörnes et Auinger, Th. Fuchs, X. Schaffer).	242	33	275

Gastropodes et Pélécypodes communs aux gisements de																	
GAINFARN et VÖSLAU			VÖSLAU et BADEN			GAINFARN et BADEN			CABRIÈRES et GAINFARN			CABRIÈRES et VÖSLAU			CABRIÈRES et BADEN		
G	P	Total	G	P	Total	G	P	Total	G	P	Total	G	P	Total	G	P	Total
26	21	47	14	8	22	19	8	27	42	29	71	30	28	58	21	9	30

Caractères paléontologiques des couches argileuses de Baden.

— La faune des argiles de Baden est particulièrement intéressante. C'est une des dernières faunes marines appartenant au Miocène. Elle offre donc, comme il est normal, les caractères d'une faune de passage : apparition et abondance d'un certain nombre de types inconnus ou rares antérieurement, disparition ou raréfaction de types abondamment représentés dans les faunes plus anciennes, enfin mutations de quelques autres espèces.

Je donne ici la liste des Gastéropodes et des Pélécypodes les plus abondamment représentés à Baden en les faisant suivre de la lettre M ou de la lettre P suivant qu'ils caractérisent plus spécialement le Miocène ou le Pliocène.

<i>Conus (Conospira) Dujardini</i> DESH.	M.
<i>Ancillaria (Sparella) obsoleta</i> BROCC.	M. sup.
— (<i>Baryspira</i>) <i>glandiformis</i> LAMK.	M. sup.
<i>Cassis (Semicassis) lœvigata</i> BRUG.	P.
<i>Chenopus Uttingeri</i> RISSO.	P.
<i>Murex (Tubicauda) spinicosta</i> BRONN.	Met P.
<i>Cyphonochilus fistulosus</i> BROCC.	Met P.
<i>Natica millepunctata</i> LAMK.	Met P.
— <i>catena</i> var. <i>helicina</i> BROCC.	P.
<i>Fusus longiroster</i> BROCC.	P.
<i>Bathytoma cataphracta</i> . BROCC.	P.
<i>Drillia Allionii</i> BELL.	P.
<i>Drillia spinescens</i> PARTSCH.	M sup.
— <i>obeliscus</i> DES MOUL.	M.
<i>Pleurotoma (Clavatula) asperulata</i> LAMK.	M.
— <i>monilis</i> BROCC.	P.
— <i>rotata</i> BROCC.	Met P.
— <i>spiralis</i> DE SERRES.	M.
<i>Rissoa Lachesis</i> BAST.	M.
<i>Entalis badensis</i> PARTSCH.	M.
<i>Cardita (Coripia) scalaris</i> SOW.	P.

Arca (Anadara) diluvii LAMK.
Amussium cristatum BRONN.

M. P.
 P.

L'absence de grands Pélécy-podes est évidemment due à la profondeur du dépôt, profondeur attestée par les autres groupes. L'abondance des Pleurotomes est, on le sait, caractéristique des argiles à faciès bathyal.

Les Foraminifères abondent et sont très variés. On ne trouve pas dans les argiles de Baden des Polypiers composés tels que les Astréens, les *Dendrophyllia*, qui se rencontrent à Cabrières, mais des Polypiers simples tels que des *Flabellum*.

Les Échinides sont d'une grande rareté : M. Jodot a pu, néanmoins, recueillir une radiole de Cidaridé, genre qui ne vit qu'à une certaine profondeur¹.

L'ensemble de cette faune présente déjà de très grandes affinités avec la faune des argiles bleues plaisanciennes qui offrent également un faciès bathyal.

Caractères des faunes de Cabrières et de Gainfarn. — Les faunes de Cabrières et de Gainfarn ont, semble-t-il, un cachet plus ancien, surtout quant aux Pélécy-podes abondants dans ces deux dépôts.

Plusieurs espèces appartiennent au Tortonien ou même à l'Helvétien. Telles sont, en exceptant les espèces qui présentent des mutations :

Corbula carinata DUJ.
Venus (Omphalocladrum) subrotunda DEFR.
 — (*Clausinella*) *Basteroti* DESH.
Lucina (Codokia) Haidingeri HÖRN.
Lucina (Loripes) dentata DEFR.
Chlamys gloria-maris DUB. var. *longolævis* SACC.
Arca (Anadara) turonica DUJ.
Kellya austriaca HÖRN.
Sphœnia (Saxicava) anatina.

La même observation se fait pour quelques Gastéropodes : c'est ainsi qu'à Gainfarn et même dans le « Tegel » supérieur de Vöslau se trouvent plusieurs espèces des sables helvétiques de Gründ, entre autres *Helix turonensis*.

Par contre certains Pélécy-podes communs à Cabrières, Gainfarn ou Vöslau sont déjà identiques aux espèces pliocènes des sables d'Asti. Je citerai par exemple *Tellina (Peronæa) planata* très abondante à Cabrières dans le conglomérat supérieur des

1. On trouve assez abondamment dans les marnes de Cabrières de très petites radioles présentant à la loupe de fines cannelures longitudinales tout à fait semblables à celles des *Echinus*, *Sphærechinus* ou *Strongylocentrotus lividus* vivant sur nos côtes à une faible profondeur.

marnes au-dessous du banc à *O. crassissima*¹ qui ne se distingue pas de la *Tellina planata* d'Asti. D'autres espèces déjà connues, mais rares ou de petite taille dans l'Helvétien, se rencontrent communément avec de plus grandes dimensions, telle l'*Eastonia rugosa* CHEMN. très commune à Cabrières, qui y atteint la taille des échantillons d'Asti. Il faut citer comme plus spécialement caractéristiques du Pliocène (Astien) :

Gastrochæna dubia PENNANT.
Corbuia gibba OLIVI.
*Venus (Circumphalus) plicata*² GMEL.
Leda (Ledina) fragilis CHEMN.
Meretrix (Amiantis) gigas LAMK.
 — (*Callista*) *pedemontana* DEFR.
Cardium (Ringicardium) hians BROCC.
Pinna pectinata LINN. var. *Brocchii* D'ORB.

Ce mélange de Pélécy-podes, dont certaines espèces sont encore helvétiques, tandis que d'autres offrent déjà tous les caractères de leurs congénères astiennes, ne peut s'expliquer que par la similitude dans les conditions où se sont formés les dépôts sableux helvétiques et astiens³ qui ont dû se faire à une faible profondeur et accusent une température chaude.

Les argiles de Baden à faciès bathyal ont dû se déposer dans les mêmes conditions que certains dépôts plaisanciens de profondeur à faune plus froide tels que les argiles bleues ou grises subapennines, argiles de Biot, Cannes, la Gaude, etc.

Dépôts synchroniques des argiles de Baden dans le Bassin Méditerranéen. — Quels sont, dans le bassin méditerranéen, à l'époque du Miocène supérieur, les dépôts comparables au double point de vue du faciès et de la faune aux argiles de Baden ?

J'ai démontré que, tout en étant synchroniques, les marnes de Cabrières ne correspondent exactement ni comme faciès, ni comme faune aux argiles de Baden. Les couches correspondant comme faciès et comme faune à ces argiles, c'est-à-dire le Tortonien supérieur à faciès bathyal n'est pas connu jusqu'à présent dans le bassin du Rhône.

1. L'*Ostrea crassissima* de Cabrières formant banc au-dessus des marnes est beaucoup moins épaisse que la forme helvétique. C'est une forme évidemment évoluée, plus grêle, à talon très allongé.

2. *Venus plicata* de Cabrières est la forme astienne différant de la forme helvétique par ses dimensions plus grandes et ses lamelles plus nombreuses et serrées.

3. Ce fait n'est pas isolé. M. Ph. Thomas, entre autres, a signalé dans les marnes supérieures à *O. crassissima* des environs de Boghar (Algérie) une faune « dans laquelle abondent les types de l'Astézan classique et dont le faciès est au plus tortonien » *B.S.G.F.*, (3), XX, p. 13, 1892.

Dans d'autres régions du bassin méditerranéen, certains dépôts paraissent devoir être comparés aux argiles de Baden. M. Suess, dans son magistral ouvrage « La face de la Terre », parlant du bassin méditerranéen à l'époque pontique, s'exprime ainsi¹ : « En Algérie, les travaux de Pomel, et plus récemment ceux de M. Brives, ont montré qu'il existait dans la vallée du Chélif un étage de marnes, parfois accompagnées de gypse, contenant une riche faune marine plus récente que le second étage méditerranéen (Tortonien) et plus ancienne que le Pliocène (Plaisancien). Il s'agit donc là d'un étage intermédiaire inconnu dans les autres régions méditerranéennes, étage qui doit représenter vraisemblablement tout ou partie des étages sarmatique et pontique de l'Europe orientale. »

Après avoir consulté les listes de fossiles et les documents publiés par M. Brives², j'ai été frappé des rapports que présentent les marnes bleues de Carnot avec Vöslau et en partie le gisement de Baden³. Il y a aussi des analogies faunistiques avec Gainfarn et Cabrières :

1° *Au point de vue stratigraphique.* — Les marnes bleues à Dentales et Pleurotomes de Carnot reposent en discordance sur des grès tortoniens à *O. crassissima* de même que les argiles de Baden reposent sur le Leithakalk tortonien et les marnes de Cabrières sur la mollasse de Cucuron tortonienne.

2° *Au point de vue faciès.* — Les marnes de Carnot présentent, d'après M. Brives, des intercalations sableuses et des poudingues à la bordure des marnes et à tous les niveaux. De même, à Cabrières d'Aigues, les marnes sableuses présentent des bancs de galets roulés à différents niveaux. A Baden, il y a aussi, à la partie supérieure, des couches sableuses qui, à Vöslau, contiennent la faune de Gainfarn et constituent ce que D. Stur a appelé le « Tegel supérieur jaune ». La présence de nombreux petits cristaux de gypse dans les argiles de Baden est à noter.

3° *Au point de vue de la faune.* — M. Brives a donné une liste de la faune marine de Carnot comprenant 91 espèces, dont 62 Gastéropodes et 29 Pélécy-podes. J'ai indiqué dans le tableau ci-contre les espèces communes aux différents gisements de Baden, Gainfarn, Vöslau, Cabrières d'Aigues et Carnot.

1. ED. SUSS. La face de la Terre, traduction Emm. de Margerie, t. II, p. 501 (note infrapaginale), 1900.

2. A. BRIVES. Les terrains miocènes du bassin du Chélif et du Dahra. Fossiles miocènes. Thèse, 1897.

3. M. Welsch a fait observer qu'il avait déjà proposé de paralléliser les marnes de Carnot et celles de Baden. La note de notre confrère m'avait échappé et je suis heureux de rectifier ici cette omission (Note ajoutée durant l'impression).

GASTÉROPODES et PÉLÉCYPODES ¹ communs aux gisements de	CARNOT	GAINFARN	VÖSLAU	BADEN	CABRIÈRES D'AIGUES
<i>Conus</i> (<i>Lithoconus</i>) <i>Mercati</i> BROCC.	×	×	×		×
— <i>pelagicus</i> BROCC.	×			×	
— <i>Puschii</i> MICH.	×	×	×		
<i>Ancillaria</i> (<i>Baryspira</i>) <i>glandiformis</i> LAMK.	×	×	×	×	×
— <i>obsoleta</i> BROCC.	×		×	×	
<i>Ringicula</i> (<i>Ringiculella</i>) <i>buccinea</i> DESH.	×		×	×	×
<i>Columbella nassoïdes</i> BELL.	×	×	×		
<i>Nassa</i> (<i>Amycla</i>) <i>semistriata</i> BROCC.	×	×		×	×
<i>Nassa mutabilis</i> LINN.	×				×
<i>Cassis saburon</i> LAMK. (<i>Semicassis laevigata</i>)	×	×	×	×	sp.
<i>Rostellaria</i> sp.	×			<i>R. dentata</i>	
<i>Triton heptagonum</i> BROCC. var. <i>pyrenaicum</i> FONT.	×	<i>T. heptagonum</i>	<i>T. heptagonum</i>	×	
<i>Ranella marginata</i> MART.	×		×	×	
<i>Pirula reticulata</i> LAMK. var. <i>subintermedia</i>	×				
<i>Fusus lamellosus</i> BORS.	×			×	
<i>Fusus</i> cf. <i>longirostris</i> BROCC.	×	<i>F. longirostris</i>	<i>F. longirostris</i>	<i>F. longirostris</i>	
<i>Cancellaria</i> (<i>Sveltia</i>) <i>varicosa</i> BROCC.	×	×	×		
<i>Dolichotoma cataphracta</i> BROCC.	×	×	×	×	
<i>Surcula recticosta</i> BELL.	×		×		
— <i>dimidiata</i> BROCC.	×		×	×	
<i>Genotia ramosa</i> BAST.	×	×	×	×	×
<i>Pleurotoma turricula</i> BROCC.	×		×	×	
— (<i>Clavatula</i>) cf. <i>interrupta</i> BROCC.	×	<i>P. interrupta</i>			
<i>Cerithium</i> (<i>Ptychocerithium</i>) <i>Bronni</i> PARTSCH.	×	×		×	
<i>Turritella</i> (<i>Archimediella</i>) <i>bicarinata</i> EICHW.	×	×	×	×	×
— (<i>Haustator</i>) <i>vermicularis</i> BROCC.	×	var.			

1. Le signe ×* dans la colonne « Vöslau » indique que l'espèce existe dans le Tegel supérieur de Vöslau, à faune de Gainfarn.

Le degré de fréquence n'ayant pas été donné pour les espèces de Carnot n'a pu être indiqué ici.

La liste de M. Brives comprend 63 Gastéropodes et 29 Pélécy-podes, soit un total de 92 espèces.

GASTÉROPODES et PÉLÉCYPODES communs aux gisements de	CARNOT	GAINFARN	VÖSLAU	BADEN	CABIÈRES D'AIGUES
<i>Turritella (Zaria) subangulata</i> BROCC.....	×	×	×	×	×
— (<i>Archimediella</i>) <i>Archimedis</i> EICHW.....	×	×	×	×	
— <i>turris</i> et var. BAST.....	×	×	×	×	
<i>Protoma rotifera</i> LAMK.....	×				×
<i>Oxystele rotellaris</i> MICHT.....	×				×
<i>Solarium simplex</i> BRONN.....	×	×			×
<i>Natica (Neverita) Josephinia</i> RISSO.	×	×	×		×
— <i>millepunctata</i> LAMK. et var.	×	×	×	×	var. <i>leberonensis</i> FISCH. et TOURN.
<i>Naticina catena</i> var. <i>helicina</i> BROCC.	×		×	×	
<i>Dentalium fossile</i> LINN.....	×			×	×
— (<i>Antale</i>) <i>Bouei</i> DESH.....	×		×	×	
<i>Amussium cristatum</i> BRONN.....	×			×	
<i>Pecten pusio</i> LINN.....	×				×
<i>Venus (Circumphalus) plicata</i> GMEL.	×	×	×		×
— (<i>Ventricosa</i>) <i>multilamella</i> LAMK.....	×	×	×	×	×
— (<i>Amiantis</i>) <i>islandicoïdes</i> LAMK.	×				×
— (<i>Mercenaria</i>) <i>Dujardini</i> HÖRNES.....	×	×	×		
<i>Lutraria (Psammophila) oblonga</i> CHEMNITZ.....	cf.	×	×		×
<i>Solenocurtus candidus</i> REN.....	×	×			×
<i>Corbula carinata</i> DUJ.....	cf.	×			×
<i>Cardium (Discors) discrepans</i> BAST.....	×	×	×		
— (<i>Ringicardium</i>) <i>hians</i> BROCC.	×	×	×		
<i>Cardita (Megacardila) laevisplana</i> DEP.....	type extrême	×			×
— (<i>Actinobolus</i>) <i>Partschii</i> GOLDF.....	×	×	×		var. ×
— <i>hollenensis</i> FONT.....	×				
<i>Leda (Lembulus) pella</i> LINN.....	×			×	
<i>Arca (Anadara) turonica</i> DUJ.....	×		×		×
— — <i>diluvii</i> LAMK.....	×	×	×	×	
<i>Pinna pectinata</i> LINN. var. <i>Brocchii</i> D'ORB.....	×	×	×	×	×

On retrouve à Baden et Cabrières le tiers des espèces citées à Carnot, un peu plus du tiers à Gainfarn et Vöslau.

RÉCAPITULATION DES ESPÈCES COMMUNES Y COMPRIS LES FORMES REPRÉSENTATIVES											
CARNOT et GAINFARN			CARNOT et VÖSLAU			CARNOT et BADEN			CARNOT et CABRIÈRES D'AIGUES		
Gast.	Péléc.	Total	Gast.	Péléc.	Total	Gast.	Péléc.	Total	Gast.	Péléc.	Total
21	12	33	24	10	34	24	4	28	15	12	27

Les marnes bleues de Carnot sont en Algérie à la base de l'étage sahélien créé par Pomel. Cet auteur s'appuyait sur la discordance observée entre les marnes de Carnot et les couches tortoniennes sous-jacentes. De son côté, M. Brives a particulièrement insisté sur les caractères mio-pliocènes de la faune marine des argiles de Carnot.

On sait d'autre part que l'étage sahélien de Pomel égale le Sarmatique et le Pontique dont il est considéré comme un équivalent marin.

En réalité l'étage sahélien comporte de nombreux faciès : marnes bleues de Carnot, marnes blanches avec intercalations gypseuses, tripolis, calcaires à *Lithothamnium*, calcaires à *Planorbis Mantelli*, un horizon à Echinides.

En ce qui concerne les marnes bleues de Carnot, les caractères de faune de passage mio-pliocène signalés par M. Brives se retrouvent également à Baden, Vöslau, Gainfarn et Cabrières. Je ferai remarquer de plus qu'à la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Italie en 1905, après une visite au gisement classique des marnes tortoniennes des environs de Sant'Agata, le savant professeur d'Alger, M. Ficheur, a déclaré¹ : « Les marnes bleues fossilifères du Tortonien présentent une remarquable similitude de faciès avec les marnes de la base du Sahélien d'Algérie... Il paraît important de signaler l'analogie de cette formation du Miocène supérieur (Sahélien) de l'Algérie avec la partie supérieure du Tortonien. »

N'ayant pas visité personnellement le gisement de Carnot, je suis heureux de citer à ce sujet l'opinion d'un de nos confrères les plus autorisés pour la géologie algérienne.

Il me paraît établi tout au moins au point de vue paléontologique que le dépôt des argiles bleues de Carnot (Algérie) est *synchronique* des dépôts de Baden, Gainfarn, Vöslau en Autriche, des marnes de Cabrières dans le bassin du Rhône et très proba-

1. Réunion extraordinaire à Turin et à Gênes. *B.S.G.F.*, (4), V, p. 846, 847, 1905.

blement des marnes du Tortonien supérieur en Italie. Ces argiles bleues à Dentales et Pleurotomes de Carnot doivent donc être distinguées du Sahélien proprement dit et reportées dans le Tortonien supérieur.

Une étude approfondie d'autres dépôts marneux du Miocène supérieur, particulièrement ceux signalés en Espagne, permettra sans doute, un jour, un parallélisme plus étendu, et la constatation de certains types nettement pliocènes faisant leur apparition dès le Tortonien supérieur.

Conclusion. — Cette étude confirme l'importance en géologie de la question des faciès intimement liée à la profondeur et à la température en ce qui concerne les couches géologiques et la faune qu'elles renferment.

Il faut remarquer :

1° Que dans des dépôts marins rigoureusement contemporains tels que ceux de Baden et de Gainfarn, les dépôts littoraux ou néritiques sont à une altitude supérieure aux dépôts bathyaux : on pourrait donc, dans une région qui n'aurait pas été disloquée postérieurement, observer une différence d'altitude entre des dépôts de même âge.

2° Que deux faunes marines paraissant différentes dans leur ensemble peuvent être synchroniques ; on sait en effet que la faune littorale ou néritique diffère dans son ensemble de la faune bathyale ou abyssale et que la température, variable suivant la profondeur et les courants, imprime aussi un cachet spécial.

Des faunes dites de passage, telles que celles de Baden, Gainfarn, Vöslau, Cabrières, Carnot, se multiplient et se multiplieront encore davantage au fur et à mesure des progrès de la Géologie et de la Paléontologie. Si les géologues, se basant sur des considérations stratigraphiques, éprouvent souvent de grandes difficultés pour établir des coupures dans la série des terrains, la Paléontologie nous démontre chaque jour que, dans la série de l'échelle animale, les coupures sont artificielles, car on passe *insensiblement* d'une faune plus ancienne à une faune plus récente, la vie s'étant déroulée et se déroulant *graduellement* dans les mers comme à la surface du globe suivant un ordre ascendant et une continuité parfaite.

Il en résulte que les paléontologistes doivent de plus en plus distinguer les mutations, images de l'évolution d'une même espèce dans le temps, des variétés qui ne se sont produites que dans l'espace.

ÉTUDES SUR LA FAMILLE DES LOPHIODONTIDÉS

PAR Ch. Depéret.

PLANCHE VII.

Je me propose d'exposer dans ce travail une série de faits nouveaux relatifs à l'histoire géologique et paléontologique des animaux de la famille des *Lophiodontidés*. Ces faits seront groupés dans trois notes successives :

1° *Le genre Lophiaspis, nouveau rameau phylétique de la famille des Lophiodontidés.*

2° *Sur quelques gisements nouveaux de Lophiodontidés de la région de Carcassonne.*

3° *Les Lophiodon bartoniens du bassin de Paris.*

I. LE GENRE *LOPHIASPIS*, NOUVEAU RAMEAU PHYLÉTIQUE DE LA FAMILLE DES LOPHIODONTIDÉS.

Les Lophiodontidés de l'Ancien Monde comprennent, dans l'état actuel de nos connaissances, deux genres seulement : 1° le genre *Lophiodon* CUVIER, caractérisé par une dentition de type *hétérodonte* (prémolaires supérieures à une seule colline transverse, sauf dans les formes terminales des rameaux) et par sa dernière molaire inférieure pourvue d'un fort talon. Ce genre comprend environ une dizaine d'espèces, réparties de l'Yprésien au Bartonien supérieur et constituent plusieurs rameaux phylétiques à évolution parallèle.

2° Le genre *Chasmothorium* RUTIMEYER, distinct du *Lophiodon* par sa dentition à tendance très homæodonte (prémolaires supérieures à deux collines transverses), sa dentition supérieure en série continue (absence de barre) et enfin par sa dernière molaire inférieure dépourvue de talon. Les *Chasmothorium*, qui sont des animaux de taille relativement petite, constituent une seule série phylétique dont j'ai indiqué ailleurs¹ les trois termes : 1. *Ch. Stehlini* DEP., de l'Yprésien ; 2. *Ch. minimum* BLAINV. du Lutécien inférieur ; 3. *Ch. Cartieri* RUTIM. du Lutécien supérieur et du Bartonien.

1. CH. DEPÉRET. Sur les caractères et les affinités du genre *Chasmothorium* B. S. G. F., (4), IV, 1904.

J'ai fait connaître en 1907¹ l'existence d'un troisième type générique, le *Lophiaspis* n. g. distinct des deux précédents par la présence d'un *denticule médian* ou intermédiaire sur le trajet des crêtes transverses des arrière-molaires (structure sextuberculaire) alors que ce denticule médian, qui a dû exister tout à fait séparé dans les types ancestraux de la famille, est entièrement fondu en une arête continue chez les *Lophiodon* et les *Chasmotherium*. Chez les *Lophiaspis*, la structure des prémolaires est très fortement hétérodonte (prémolaires supérieures triangulaires à un seul denticule interne). L'espèce type du genre est le *Lophiaspis Maurettei* n. g. et sp. de l'Éocène inférieur de Palette, près Aix en Provence.

Je décrirai d'abord en la figurant l'espèce type que j'avais sommairement signalée dans ma note antérieure, et j'ajouterai la description de deux autres espèces, *L. Baicherei* et *L. occitanicus*, dont l'ensemble constitue un *nouveau rameau phylétique à taille progressivement croissante*, parallèle à ceux des *Lophiodon* et des *Chasmotherium*.

1. *LOPHIASPIS MAURETTEI* DEPÉRET

Pl. VII, fig. 1

C'est à mon collègue, M. le professeur Vasseur, de la Faculté de Marseille, que revient l'honneur de la découverte du gisement de cette espèce dans les marno-calcaires lacustres de la base de la série du Montaignet, sur la rive gauche de l'Arc en face le hameau de Palette, près Aix en Provence². Mon savant confrère a recueilli dès 1898 plusieurs pièces de la mâchoire supérieure et inférieure de cet intéressant Lophiodontidé, qu'il a malheureusement négligé jusqu'ici de décrire, et qui font partie des collections de la Faculté des Sciences de Marseille.

J'ai moi-même fait exécuter sur le même point une petite fouille qui a donné lieu, sous la direction de mon préparateur M. Laurent Maurette, à la découverte d'un palais presque entier et d'une molaire inférieure isolée, pièces que j'ai prises en 1907 pour type du *Lophiaspis Maurettei* n. g. et sp. et que je décris plus complètement dans ce travail.

Description. — La pièce la plus importante est une moitié antérieure de crâne, fortement comprimée de bas en haut et où les

1. Communication sommaire au *Congrès zoologique intern. de Boston*, 1907.

2. VASSEUR. Note préliminaire sur la constitution géologique du bassin tertiaire d'Aix en Provence. *Ann. Fac. Sciences de Marseille*, t. VIII, 1898.

caractères crâniens sont peu appréciables. On peut cependant déduire de l'examen de la face supérieure de ce crâne que le museau devait être assez allongé, les os nasaux longs et l'échancrure naso-maxillaire peu profonde, comme chez les *Lophiodon* et aussi chez la plupart des *Imparidigités* de l'Éocène inférieur et moyen.

La partie antérieure de la mâchoire est très écrasée; les incisives font défaut et la canine seule a pu être recueillie détachée de sa racine. C'est une dent longue de 2 cm. 1/2, conique, un peu aplatie en travers, légèrement incurvée en arrière; elle ressemble à la canine d'un Carnassier moderne.

De l'examen de la pièce on peut déduire qu'il existait, comme chez les *Lophiodon*, une assez longue barre entre la canine et la rangée des molaires. On sait que chez les *Chasmotherium*, les incisives, la canine et les molaires sont au contraire en série continue.

Les molaires étaient au nombre de six : 3 *P* et 3 *M*. Les six dents sont en place du côté droit (pl. VII, fig. 1) tandis que du côté gauche p^2 manque et m^3 est en partie brisée.

Des trois prémolaires, la première (p^2) est une dent biradiculée, à couronne étroite, triangulaire, formée d'un seul denticule externe allongé et d'un denticule ou talon postéro-interne. La même dent est, chez les *Lophiodon*, de forme moins allongée, plus transverse et la muraille porte deux denticules plus ou moins bien soudés entre eux au lieu du denticule unique du *Lophiaspis*. La première prémolaire de ce genre est donc plus simple, plus primitive que celle des *Lophiodon*.

Les deux autres prémolaires (p^3 et p^4) ont la structure habituelle des prémolaires de *Lophiodon* : deux denticules externes très rapprochés et presque soudés, avec un *parastyle* ou pointe antéro-externe assez fort; un seul gros denticule interne dont le sommet se relie à la muraille par deux arêtes d'émail divergentes en V. p^3 est plus petite que p^4 et la crête postérieure du V y est plus basse, moins complètement développée que dans p^4 . Ces dents ne diffèrent guère de celles d'un *Lophiodon* de petite taille, tel que le *L. leptorhynchum*, que par une forme générale un peu plus triangulaire, c'est-à-dire plus *hétérodonte* ou, si l'on veut, plus primitive.

Les arrière-molaires ont la structure générale des *Lophiodontidés* : deux denticules externes, le premier court et convexe sur la muraille, le second plus allongé et presque plat en dehors; à l'angle antéro-externe se trouve un fort *parastyle* très saillant en dehors; deux denticules internes reliés à la muraille par deux

crêtes légèrement obliques en arrière. Mais, tandis que chez les *Lophiodon* et les *Chasmothorium* ces deux crêtes sont simples et continues, on y remarque au contraire chez le *Lophiaspis* un *denticule intermédiaire* très bien développé qui se manifeste à la fois par une pointe en saillie sur le profil de l'arête et par un sillon de séparation entre le denticule intermédiaire et le denticule interne, sillon très visible sur la face postérieure de la colline. Ce denticule intermédiaire, très bien distinct à la colline antérieure, n'existe plus qu'à l'état de trace peu apparente sur la colline postérieure.

Les arrière-molaires vont en augmentant de grandeur de m^1 à m^3 . Cette dernière est une dent quadrangulaire, ne montrant pas la réduction du second lobe qui donne à m^3 des *Lophiodon* une forme générale subtriangulaire. Le bourrelet basilaire des M est peu développé : il est discontinu en dehors et en dedans.

De la mandibule, je n'ai pu obtenir qu'une seule prémolaire isolée qui est, je pense, p^3 . Cette dent porte au lobe antérieur deux gros denticules, l'interne situé un peu en arrière de l'externe, et un court talon en cupule à rebord un peu plus élevé du côté externe.

Les dimensions longitudinales maxima des molaires supérieures du *L. Maurettei* sont les suivantes : p^2 , 8 mm. ; p^3 , 9 mm. ; p^4 , 9 mm. 5 ; m^1 , 13 mm. ; m^2 , 15 mm. ; m^3 , 16 mm. p^3 inférieure, 9 mm. 5.

2. *LOPHIASPIS BAICHEREI* n. sp.

Pl. VII, fig. 2.

M. l'abbé Baichère m'a communiqué des grès éocènes de la région de Bagnoles, un peu à l'Est de Conques, une rangée de quatre molaires supérieures en série indiquant l'existence d'une deuxième espèce de *Lophiaspis* de taille notablement supérieure au *L. Maurettei*. Cette pièce intéressante, offerte à l'Université de Lyon, servira de type au *L. Baicherei* n. sp., ainsi nommé en l'honneur de M. l'abbé Baichère.

La pièce comprend les trois arrière-molaires et la dernière prémolaire p^4 , malheureusement toutes un peu incomplètes du côté externe ; m^3 est privée de toute sa muraille externe ; m^2 plus complète est seulement dépourvue de son parastyle ; m^1 n'a plus de muraille, et à vrai dire, elle n'est représentée que par le moulage de la contre-empreinte laissée par la couronne dans le grès ; enfin p^1 est privée de toute sa muraille externe. Cependant les

caractères essentiels de ces dents peuvent être étudiés, grâce au bon état de préservation de toutes les collines transverses de ces molaires.

Les arrière-molaires ne diffèrent pas du type habituel de structure des Lophiodontidés : une muraille externe à deux denticules principaux, l'antérieur convexe, le postérieur plus allongé et plus plat ; un gros parastyle antéro-externe ; deux collines transverses parallèles, légèrement obliques en arrière ; il existe un bourrelet basilaire, plus ou moins distinctement crénelé, bien développé en avant et en dedans, presque effacé en arrière et en dehors.

On observe très nettement sur ces molaires le caractère distinctif du genre *Lophiaspis*, c'est-à-dire la présence d'un petit *denticule intermédiaire*, qui se traduit à la fois par sa saillie sur l'arête transverse qui est en outre un peu renflée en ce point, mais peut-être plus encore par un sillon de séparation entre le denticule intermédiaire et le denticule interne. Ce denticule intermédiaire est beaucoup plus distinct à la colline antérieure ; il est à peine visible sur la colline postérieure.

La dernière prémolaire p^4 n'est représentée que par la moitié interne de sa couronne ; on y voit un gros denticule interne qui était relié à la muraille par deux crêtes divergentes en V, la crête postérieure étant un peu moins forte et un peu plus basse que la crête antérieure. Cette prémolaire est donc de type *hétérodonte* et sa structure est conforme, trait pour trait, à celle d'un *Lophiodon* de petite taille, tel le *L. leptorhynchum* du Minervois.

Les dimensions longitudinales de ces dents prises sur le milieu de la couronne sont les suivantes : m^3 , 20 mm. ; m^2 , 18 mm. ; m^1 , 17 mm.

En prenant comme terme de comparaison m^2 , nous observons que cette dent mesure :

- 15 mm. dans le *Lophiaspis Maurettei*. 22 mm. dans le *L. occitanicus*.
18 mm. dans le *L. Baicherei*.

3. *LOPHIASPIS OCCITANICUS* sp. CUVIER.

Pl. VII, fig. 3.

Palæotherium occitanicum CUVIER. *Ann. Mus.*, t. VI, pl. 56, fig. 7.

Lophiodon occitanum BLAINV. *Ostéographie*. g. *Lophiodon*, pl. II (d'Issel).

— — P. GERVAIS. *Zool. et paléont. françaises*, 1859, 2^e éd., p. 123, pl. 18, fig. 7 (de Conques).

Lophiodon occitanum FILHOL. *Vertébrés foss. d'Issel*, 1888, p. 104, (non pl. XVII, fig. 3, nec d'Issel, pl. xx, fig. 4).

— *cesserasicum* FILHOL. *loc. cit.* p. 158 (de Conques).

— *occitanicum* STEHLIN. *Die Säugethiere des schweabich. Eocæns* p. 112 et 564. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. 30, 1903-1906.

Lophiodon occitanicum. F. ROMAN et GENNEVAUX. Note sur un nouveau gisement de Mammifères éocènes aux environs de Montpellier. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 18.

La première indication de cette petite forme de Lophiodontidé est due à Cuvier qui signale, parmi les ossements des grès d'Issel donnés au Muséum par M. Dodun une partie de mandibule avec les deux dernières molaires en place (m^3 à trois collines mesurant 28 mm. et m^2 , 20 mm.) ; les collines transverses de ces molaires seraient un peu plus arquées que dans le *Lophiodon tapirotherium*.

C'est cette même pièce qui a servi plus tard à de Blainville de type à son *Lophiodon occitanum* et qu'il a figurée réduite à un peu plus de demi-grandeur dans sa planche II du genre *Lophiodon*.

Dans la deuxième édition de sa *Zoologie et Paléontologie françaises*, P. Gervais a rapporté à l'espèce de Cuvier une belle portion de mandibule, provenant des environs de Conques, et comprenant la série des cinq dernières molaires droites, puis les racines de la première prémolaire, en avant de laquelle se trouve une barre de 25 mm. précédée de la racine de la canine. Il figure cette pièce (pl. 18, fig. 7) qui aurait été donnée par Rolland du Roquan au Musée d'Avignon où il m'a été impossible de la retrouver. Les dimensions des molaires de Conques s'accordent assez bien avec celles de la pièce type d'Issel, quoique légèrement supérieures (m^3 mesure 30 mm. au lieu de 28 mm.). De même que Cuvier, P. Gervais fait la remarque que les collines transverses de l'animal de Conques sont un peu plus obliques que dans les autres espèces de *Lophiodon* et qu'on y voit un rudiment de la crête en diagonale des *Pachynolophes*.

Dans son mémoire de 1888 sur les *Vertébrés fossiles d'Issel*, Filhol cite (p. 104) sous le nom de *L. occitanum* la pièce type d'Issel figurée par de Blainville, il attribue à tort à la même espèce deux molaires supérieures d'Issel (pl. 17, fig. 3 et pl. 20, fig. 4) qui, ainsi que l'a fort bien observé M. Stehlin, ne sont vraisemblablement que des dents de lait du *Lophiodon isselense*. Filhol (p. 138) ne croit pas devoir rapporter au *L. occitanum* la mandibule de Conques figurée par Gervais et l'en sépare à tort sous le nom géographiquement inexact de *Lophiodon cesserasicum* (de Cessero).

En 1903, dans son beau Mémoire sur les *Mammifères du Sidérolithique suisse*, M. Stehlin résume (p. 112) d'une manière très précise nos connaissances sur le *Lophiodon occitanicum* et dans

un *Supplément* sur les *Lophiodon* publié en 1906 (p. 564) il nous fait connaître l'existence au Musée de Toulouse d'une demi-mandibule gauche (avec les 3 M et p^4 , plus les alvéoles de p^3 et de p^2) de cette espèce, provenant d'Issel. D'après M. Stehlin, les dimensions de ces dents sont les mêmes que celles de la pièce de Conques.

Enfin en 1907, MM. F. Roman et Gennevaux signalaient sur la route de Saint-Gély-du-Fesc, à six km. au Nord de Montpellier, un petit gisement de Mammifères éocènes, parmi lesquels ils décrivaient un fragment de mandibule avec la racine du talon de m^3 , une m^2 entière, plus un fragment de prémolaire et de canine, d'un petit *Lophiodontidé* qu'ils attribuaient à juste titre au *Lophiodon occitanicum*.

En résumé, nos connaissances sur le *Lophiodon occitanicum* se réduisaient jusqu'ici à quatre mandibules ou parties de mandibule : deux d'Issel, une de Conques et une des environs de Montpellier. Toutes ces données se rapportent à la dentition inférieure, la dentition supérieure, beaucoup plus importante pour préciser les caractères de l'animal, restant jusqu'ici inconnue.

Grâce à l'amabilité de mon confrère et ami, M. Leenhardt, il m'est possible de décrire et de figurer, du gisement de Montpellier étudié par MM. Roman et Gennevaux, un beau fragment de maxillaire supérieure portant en place les deux dernières molaires m^2 et m^3 (pl. VII, fig. 3). Il est probable que cette pièce est du même individu que le fragment de mandibule décrit par nos confrères.

Les dimensions de ces dents concordent bien avec celles des molaires inférieures déjà décrites du *L. occitanicum* : m^2 mesure en effet 22 mm. exactement comme m^2 inférieure de Montpellier et de Conques. Mais l'étude de ces deux molaires supérieures nous apprend que les collines transverses de chacune de ces dents portent un denticule intermédiaire très bien marqué, ce qui est le caractère essentiel du genre *Lophiaspis*. Sur m^2 , l'arête des collines transverses est déjà entamée par la détritition et le denticule intermédiaire se manifeste surtout par une dilatation de la crête à son niveau ; mais sur m^3 où les arêtes transverses sont encore intactes, on voit le denticule intermédiaire former une pointe saillante sur le profil de la colline antérieure, en même temps qu'un sillon de séparation très net sépare ce denticule du gros denticule interne, et s'étend sur toute la face postérieure des deux collines. La couronne de ces dents est entourée d'un bourlet basilaire bien accusé, sauf au milieu de la pointe antéro-

externe; le parastyle est fort et assez saillant; le denticule antéro-externe est convexe sur la muraille tandis que le denticule postéro-externe est plus plat et plus allongé.

Je suis donc conduit maintenant à faire rentrer le *Lophiodon occitanicum* dans le rameau des *Lophiaspis* sous le nom de *Lophiaspis occitanicus* sp. CUVIER. C'est l'espèce la plus grande et certainement aussi la plus récente de ce nouveau genre.

En résumé, les caractères dentaires du nouveau genre *Lophiaspis* sont les suivants :

Crâne effilé en avant, avec os nasaux soudés aux os incisifs et échancrure naso-maxillaire peu profonde. Incisives inconnues. Canine supérieure longue, conique, un peu comprimée, canini-forme. Des trois P, la première est triangulaire allongée avec talon postéro-interne, les deux autres triangulaires, de type très *hétérodonte* avec un seul denticule interne. Les trois M semblables à celle des *Lophiodon*, sauf qu'il existe un véritable denticule intermédiaire distinct sur le trajet des deux arêtes transverses antérieure et postérieure. m^3 moins triangulaire que chez les *Lophiodon*, de forme identique à m^1 et m^2 ,

3 P inférieures *hétérodontes*, semblables à celles des *Lophiodon*; m^3 pourvue d'un fort talon au troisième lobe.

Le *Lophiaspis* diffère du *Lophiodon* par la présence d'un denticule intermédiaire sur l'arête transverse des molaires supérieures et par ses prémolaires supérieures plus triangulaires, c'est-à-dire encore plus *hétérodontes*. Le *Chasmothorium* en est encore plus éloigné, non seulement par l'absence de denticule intermédiaire, mais par sa dentition en série continue et par ses prémolaires très *homéodontes*, à deux collines transverses.

Aucun des genres de Lophiodontidés américains que j'ai pu étudier au Musée de New-York, le *Colodon*, l'*Helaletes*, l'*Hep-todon* ne présentent non plus trace de la structure sextuberculaire primitive; dans tous ces genres, les denticules intermédiaires sont fondus en une crête simple. Le seul animal éocène américain sur lequel j'ai pu, sur l'indication de mon savant ami le professeur Osborn, observer une structure des M analogue à celle du *Lophiaspis* est le *Triplopus amarorum* COPE de l'étage de Whasakie (Bridger supérieur). Sur la pièce type du Muséum de New-York, où les molaires sont malheureusement en partie brisées, on observe l'existence d'un denticule intermédiaire bien séparé et assez gros. Mais je ne pense pas que cette forme puisse être rattachée à la famille des Lophiodontidés; ses molaires inférieures, à deux collines nettement *crescentoides*, rappellent

plutôt le groupe des Rhinocéridés primitifs et je suis d'accord avec Zittel pour réunir le *Triplopus amarorum* à la famille des *Hyracodontidés*.

Le genre *Lophiaspis* comprend, dans l'état actuel de nos connaissances, trois espèces constituant une *série phylétique à taille progressivement croissante*. 1. *Lophiaspis Maurettei* de Palette près Aix; 2. *L. Baicherei* de Bagnoles (Aude); 3. *L. occitanicus* de Conques, d'Issel et de Montpellier.

Le niveau stratigraphique de chacune de ces trois formes est assez délicat à établir d'une manière très précise. Le *L. Maurettei* provient de la base de l'*assise calcaire du Montaignet*, et M. Vasseur, dans le travail précité, rapporte les couches marneuses qui le contiennent au *Lutécien le plus inférieur*. Après une étude sur place du gisement, il ne me paraît pas impossible que ces couches puissent déjà représenter l'Yprésien, car elles reposent presque directement sur les *calcaires marneux de Langesse* à faune sparnacienne (*Physa columnaris*, etc.). Retenons en tous les cas que le niveau du *L. Maurettei* se place très près de la limite de l'Éocène inférieur et moyen.

L'horizon du *L. Baicherei* est certainement plus élevé que celui de l'espèce précédente. Les grès de Bagnoles, qui sont le gisement de cette espèce, sont en effet immédiatement superposés au *calcaire de Ventenac* à *Bulimus Hopei*, c'est-à-dire au *Lutécien moyen*.

Enfin le *L. occitanicus* fait incontestablement partie de la faune des grès d'Issel, c'est-à-dire de l'horizon classique du *Lutécien supérieur* du Languedoc.

J'admettrai donc comme très plausible la succession suivante des *mutations* du genre *Lophiaspis*.

3. *Lophiaspis occitanicus*. Lutécien supérieur.
2. — *Baicherei*. Lutécien moyen.
1. — *Maurettei*. Lutécien tout à fait inférieur ou même Yprésien.

II. SUR QUELQUES NOUVEAUX GISEMENTS DE LOPHIODONTIDÉS DU DÉTROIT ÉOCÈNE DE CARCASSONNE.

Les molasses gréseuses qui remblaient le centre du synclinal éocène de l'Aude, dans la région du détroit de Carcassonne, se sont montrées jusqu'ici fort pauvres en Vertébrés terrestres. Tout se réduit à la découverte, relatée par d'Archiac, « d'une mâchoire

très fruste de *Lophiodon* et d'une *Trionyx* » trouvées lors des travaux de construction de la gare de Carcassonne (Les Corbières, p. 261). Aussi ai-je saisi avec empressement l'occasion qui m'a été offerte d'étudier toute une série de pièces de Lophiodontidés découvertes dans une série de gisements non encore signalés dans cette région. Ces gisements se succèdent de l'Ouest à l'Est dans l'ordre suivant : Métairie-Grande, Rivoire et la Cité près Carcassonne, château de Gaja, Trèbes, Douzens ; puis un peu plus au Nord vers la bordure du bassin : Malves et Bagnoles. J'adresse à MM. Bories, Doncieux, Fages, Gavoy, à la Société d'études de l'Aude, au Musée de Carcassonne et à M. l'abbé Baichère mes remerciements les plus vifs pour ces aimables communications.

Je ferai successivement l'étude de ces divers gisements, dans l'ordre indiqué ci-dessus.

I. GISEMENTS DU SUD DE CARCASSONNE.

1^o *Gisement de Métairie-Grande.* — Ce gîte est une petite carrière de grès siliceux, située sur le versant nord d'une haute colline qui s'étend entre la Métairie Grande et le château de Gaja et domine toute la contrée environnante, s'élevant à l'altitude de 260 m. au-dessus d'un plateau gréseux à l'altitude moyenne de 220 m. Les couches de cette colline étant à peu près horizontales, il s'ensuit que l'on a affaire à un *témoin* isolé des couches les plus élevées de la série éocène de la région. M. Fages a recueilli dans ce gîte deux extrémités inférieures d'humérus droit et gauche, appartenant au même sujet. Les caractères et les dimensions de ces os indiquent un *Lophiodon* de très grande taille, atteignant presque la taille des plus forts sujets du *Lophiodon lautricense* NOULET, du Bartonien supérieur de Robiac (Gard), dont l'Université de Lyon possède de très beaux humérus complets, qui m'ont servi de terme de comparaison. Il existe, il est vrai, une autre grande espèce, le *L. rhinoceros* RUTIM. du Lutécien supérieur d'Egerkingen et de Lissieu, mais celle-ci reste notablement au-dessous des dimensions du *L. lautricense*, dont elle représente une *mutation ancestrale* de taille un peu réduite. Je rapporte donc plutôt le *Lophiodon* de Métairie-Grande à l'espèce géante du Bartonien du Castrais et du Gard.

2^o *Gisement du quartier de la Cité.* — Le Musée de Carcassonne possède des débris d'une mandibule de *Lophiodon* avec l'étiquette « La Cité » sans autre indication plus précise. Mais,

grâce aux souvenirs de M. l'abbé Baichère, il m'a été possible de retrouver le gisement qui est une petite carrière non pas de la colline de la Cité, mais du *quartier de la Cité*, au Sud de la colline marquée « *Pech Mary* » sur la carte d'État-Major.

La pièce est une demi-mandibule droite, de couleur rosée et privée de dents, mais associée à une m^3 inférieure, qui s'adapte à la même pièce. Cette dernière molaire inférieure, avec un talon bien développé, ressemble beaucoup à m^3 du *Lophiodon isselense* Cuv., mais avec une taille notablement supérieure aux plus forts sujets d'Issel : longueur totale 50 mm. dans la molaire de la Cité ; 40 mm. à 45 mm. au plus dans les sujets d'Issel ; 56 mm. dans le *L. tapiroides* d'Egerlingen. Cette différence de taille est loin d'être négligeable, étant donnée la loi si constante en paléontologie de *l'augmentation graduelle de taille dans les formes successives d'un même rameau phylétique*. Je considère en vertu de cette loi, le *Lophiodon* de la Cité comme une véritable *mutation stratigraphique* intermédiaire entre le *L. isselense* et le *L. tapiroides*, ce qui indique pour le gisement de la Cité un âge un peu plus récent que celui des grès d'Issel, considérés par tous les géologues comme le type du Lutécien supérieur de la région. Je propose donc de désigner l'animal de la Cité sous le nom de *Lophiodon isselense mutation carcassense*.

3° *Gisement de Rivoire-Cazilhac*. — La découverte de ce gîte est due, comme celle de Métairie-Grande, à M. Fages. C'est une petite carrière de grès dur, sur le revers sud du monticule qui porte le château de Rivoire, le long du petit chemin qui conduit à Cazilhac. La pièce recueillie est une partie antérieure de mandibule d'un petit *Lophiodon*, portant en place la série des incisives et des deux canines, dont les couronnes sont en grande partie brisées. L'animal était à peu près de la taille du *Lophiodon leptorhynchum* FILHOL du Minervois : espace occupé par les trois incisives gauches 30 mm. dans la pièce de Rivoire, 28 mm. dans les mandibules de la Livinière (Université de Lyon). Cette légère différence, qui est sans doute individuelle, ne m'empêche pas de rapporter le *Lophiodon* de Rivoire à l'espèce si commune dans le Minervois, mais qui n'avait pas encore été signalée en dehors de cette région.

II. GISEMENTS DE LA RÉGION DE TRÈBES.

1° *Gisement de Trèbes (faubourg des Capucins)*. — Ce gîte est situé près de la gare de Trèbes, dans le quartier des Capucins. Un industriel de Trèbes, M. Fourniol, découvrit il y a 30 ans, en faisant soulever une dalle gréseuse sur la berge droite du

ruisseau de Bazalac, des débris de *Lophiodon*, dont il fit don au musée de Carcassonne où j'ai pu les étudier. D'après les étiquettes de ce Musée, on aurait recueilli en ce point deux demi-mandibules dont l'une appartient à la forte race du *L. isselense*, décrite plus haut sous le nom de mutation *carcassense*, tandis que l'autre, aux dents assez frustes, est tout à fait dans les proportions du *L. leptorhynchum*. Mais je dois dire que la coloration un peu différente et plus rosée de cette dernière pièce me laisse un léger doute sur la réalité de sa provenance.

La mandibule du *L. isselense* mut. *carcassense* est très bien conservée : elle porte en place cinq dents, dont deux prémolaires p^3 et p^4 et les trois arrière-molaires. Les caractères de ces dents sont conformes à ceux de l'espèce d'Issel, en particulier pour la présence d'un fort bourrelet basilaire sur le côté externe de m^2 et de m^3 , et aussi pour la forme triangulaire du talon de m^3 dont la pointe principale porte en dedans une deuxième pointe tout à fait rudimentaire. La seule différence consiste comme pour le *Lophiodon* de la Cité dans une taille supérieure aux plus forts sujets d'Issel, comme l'indique le tableau suivant (en millimètres) :

	<i>Lophiodon</i> d'Issel.	<i>L.</i> de Trèbes.	<i>L. tapiroides.</i>
p^3	20-21	22	26
p^4	23-24	26	28
m^1	25-28	29	33-34
m^2	31-33	36	41-43
m^3	43-45	49	56

On a vu plus haut que la m^3 de la Cité avait une longueur de 50 mm., dimension comparable à un millimètre près, à celle de l'animal de Trèbes. On peut affirmer que les deux *Lophiodon* de la Cité et de Trèbes sont identiques et les conclusions formulées pour le premier s'appliquent intégralement au second. Je les attribue l'un et l'autre à la mutation *carcassense* du *Lophiodon* d'Issel.

La demi-mandibule du *L. leptorhynchum* de Trèbes porte en place les trois arrière-molaires, la dernière prémolaire p^4 et les racines de p^3 ; bien que quelques-unes des pointes de ces dents aient été brisées, on ne saurait hésiter à reconnaître dans cette pièce le *L. leptorhynchum* le plus typique. Les dimensions sont exactement les mêmes. On y retrouve en outre deux des caractères spécifiques du *Lophiodon* du Minervois, l'allure très contournée en V des crêtes transverses des arrière-molaires et la forme du talon de m^2 plus obtus et moins triangulaire que dans le *L. isselense*.

Si, comme je l'ai dit plus haut, je ne conservais quelque doute sur l'authenticité du gisement de cette pièce, il y aurait un assez grand intérêt à noter l'association dans les mêmes couches du *L. leptorhynchum* avec une mutation de forte taille du *L. isselense*. Elle démontrerait que le niveau stratigraphique du grès d'Issel est inférieur à celui des grès du Minervois, conclusion à laquelle je suis déjà arrivé dans mon étude sur les *Lophiodon* de La Livinière (*Archives Mus. Lyon*).

2° *Gisement du château de Gaja*. — Le gîte est situé à 300 m. au SE. du château, sur la rive droite du ruisseau de Vinoux, à 50 m. en amont du confluent de ce ruisseau avec le ruisseau de Bazalac. La pièce, qui est au Musée de Carcassonne, consiste en une partie antérieure de mandibule, comprenant la région symphysaire et coupée en arrière au niveau de l'intervalle entre les deux dernières prémolaires. Il s'agit d'un *Lophiodon* de taille moyenne dont les dimensions et les caractères s'accordent avec ceux de l'espèce d'Issel : 1° par la grande hauteur de l'os de la mandibule au niveau de la partie moyenne de la barre ; 2° par la forme concave de la face externe de la mandibule au niveau de la barre ; 3° par la forme générale du museau plus raccourci et plus obtus que dans le *L. leptorhynchum*.

La découverte du *L. isselense* typique à Gaja est intéressante, car cette espèce n'était connue jusqu'ici avec certitude que du gisement d'Issel. Elle permet d'établir la présence du niveau d'Issel, c'est-à-dire du Lutécien supérieur sur l'aile sud du grand synclinal éocène de la vallée de l'Aude.

III. GISEMENTS DES ENVIRONS DE DOUZENS.

Plus à l'Est encore, près de Douzens, on a découvert deux gîtes à *Lophiodon*, l'un au Nord, l'autre au Sud du village.

1° *Gisement sud ou du réservoir d'eau de Douzens*. — M. Bories a recueilli des débris de *Lophiodon* dans une petite carrière de grès, à 1 500 m. au Sud de Douzens, sur le revers sud d'un monticule auquel est adossé le réservoir d'eau de la commune. La pièce, offerte par M. Doncieux à l'Université de Lyon, est une partie postérieure du maxillaire comprenant la naissance de l'apophyse zygomatique, et la couronne brisée au collet des deux dernières molaires m^2 et m^3 d'un *Lophiodon* de la taille de *L. tapiroides* CUVIER de l'Éocène de Buschweiler ; diamètre longitudinal de m^3 : 40 mm. dans l'espèce d'Alsace ; 43 mm. dans la pièce de Douzens ; 35 mm. dans le *L. isselense*.

Le *L. tapiroides*, dont le type provient du Lutécien supérieur d'Alsace, a été retrouvé par M. Stehlin dans le Sidérolithique d'Egerkingen et de Mormont ; il faut aussi, je crois, lui rapporter la partie de mandibule du grès des Matelles, près Montpellier, figurée par M. Roman¹.

L'espèce est signalée pour la première fois dans le synclinal de la vallée de l'Aude. Elle indique un niveau stratigraphique un peu supérieur aux grès d'Issel et qui ne doit pas différer beaucoup de celui du *L. leptorhynchum*.

2° *Gisement nord ou du ruisseau de Rieugras*. — La Société d'études scientifiques de l'Aude m'a communiqué un gros bloc de grès tiré d'une petite carrière abandonnée, à 700 mètres au Nord de Douzens, sur la rive droite du ruisseau de Rieugras, à côté du chemin vicinal de Douzens au domaine de Barthe. De ce bloc, mon habile préparateur, M. Maurette, a su extraire un magnifique palais à peu près entier et une belle mandibule d'un *Lophiodon* de petite taille, s'accordant assez bien avec le *L. leptorhynchum* du Minervois.

Le palais porte la série complète des six molaires du côté droit et cinq seulement du côté gauche ; l'état d'usure annonce un animal très adulte. On retrouve dans ces dents les caractères habituels du *L. leptorhynchum* : très fort parastyle des *m* et de *p*^t ; muraille à lobe antérieur très convexe, à lobe postérieur au contraire très plat et allongé ; prémolaires relativement fortes, plus étendues en travers que dans la plupart des sujets du Minervois, pourvues d'un seul gros denticule interne qui est relié à la muraille par deux arêtes divergentes en V.

Les dimensions de l'animal de Douzens dépassent un peu celles des plus forts sujets mâles de La Livinière : la longueur des six molaires atteint 140 mm., tandis qu'elle varie de 110 à 131 mm. dans sept sujets du Minervois de l'Université de Lyon.

La proportion de longueur des prémolaires par rapport à la série des arrière-molaires est de 36 %, proportion à peu près normale chez le *L. leptorhynchum* (36 à 37 %) alors que cette proportion s'élève à 42 % chez le *L. isselense*. Le *Lophiodon* de Douzens présente donc la réduction relative des prémolaires qui caractérise l'espèce du Minervois.

La mandibule presque complète extraite du même bloc appartient au même individu que le palais, comme on peut en juger par la taille et le degré d'usure identiques des dents. On y retrouve

1. F. ROMAN. Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc, p. 236, fig. 48-49. Lyon, 1897.

aussi les caractères habituels de l'espèce : le museau allongé, la forme concave et comprimée en travers de la barre qui sépare la canine des prémolaires, les dimensions relativement réduites des prémolaires (36 %) par rapport aux arrière-molaires, la disposition très oblique des crêtes transverses des arrière-molaires ; enfin la forme obtuse et arrondie en arrière du talon de m^3 . La longueur de la série dentaire inférieure qui est de 140 mm. surpasse aussi un peu, comme en haut, les dimensions habituelles de l'espèce du Minervoï (de 139 à 124 mm. dans les mandibules de l'Université de Lyon). Il s'agit donc, ou bien d'un très fort sujet mâle de dimensions un peu exceptionnelles, ou bien d'une *mutation stratigraphique* d'un niveau géologique un peu plus récent que celui des couches de La Livinière. Il m'est difficile de faire un choix entre ces deux hypothèses également rationnelles.

IV. GISEMENTS AU NORD DE LA VALLÉE DE L'AUDE

1° *Gisement de Malves.* — J'ai pu étudier au Musée de Carcassonne des débris du *L. leptorhynchum* provenant d'une petite carrière située à un kilomètre au Sud du village de Malves, dans la vallée du ruisseau de Clamoux. J'y ai reconnu deux fragments de la mandibule d'un jeune sujet dont chacun porte en place la dernière molaire de lait et la première arrière-molaire encore en germe dans son alvéole. Il y a aussi une moitié de molaire supérieure et un humérus du même animal, sectionné en trois fragments. Le niveau du gisement doit être peu différent de celui de Trèbes et fait partie comme lui de la partie centrale du grand synclinal de la vallée de l'Aude.

2° *Gisement de Bagnoles.* — M. l'abbé Baichère m'a communiqué une très intéressante pièce d'un petit Lophiodontidé, provenant de la carrière abandonnée de Touminet au SE. de Bagnoles, dans le vallon du ruisseau de Parazols. On a exploité en ce point en 1804 un banc de grès bleuâtre fin compris entre deux bandes argileuses. Toutes ces couches plongent assez fortement au Sud et s'enfoncent au-dessous des grès de Malves, dont le niveau géologique est certainement plus élevé que celui de la carrière de Touminet.

La pièce recueillie en ce point est une rangée de quatre molaires supérieures (p^4-m^3) que j'ai décrite dans la note précédente sous le nom de *Lophiaspis Baicherei* n. sp. (voir ci-dessus p. 561 la description de cette espèce).

3° *Gisement de Conques*. — Je rappellerai enfin que P. Gervais a décrit et figuré (*Zool. et paléont. franç.*), p. 123, pl. 18, fig. 7) une demi-mandibule d'un petit Lophiodontidé recueillie par Rolland du Roquan aux environs de Conques, et donnée au Musée Requier à Avignon où d'ailleurs il m'a été impossible de la retrouver. Gervais rapporte cette pièce au *Lophiodon occitanicum* BLAINVILLE dont le type (Ostéographie, 9. *Lophiodon*, pl. 1) est un fragment de mandibule provenant d'Issel.

Une découverte récente faite aux environs de Montpellier par mon confrère et ami M. Leenhardt, en particulier une série d'arrière-molaires supérieures pourvues d'un denticule intermédiaire (et dont la taille s'accorde avec celle du *L. occitanicum*), m'autorise à penser que le *Lophiodon occitanicum* appartient au genre *Lophiaspis* et constitue la forme la plus récente et aussi la plus grande de ce rameau phylétique parallèle aux *Lophiodon*. Je l'inscrirai sous le nom de *Lophiaspis occitanicus* sp. BLAINV.

Age géologique des divers gisements et succession des faunes de Lophiodontidés.

I. De tous les gisements ci-dessus décrits, dans le détroit éocène de Carcassonne, les plus anciens me paraissent caractérisés par la présence du *Lophiodon isselense* et du *Lophiaspis occitanicus*, qui se trouvent associés dans le gîte classique d'Issel. C'est à cet horizon que je rapporterai le gisement du château de Gaja et celui de Conques (*Loph. occitanicus* figuré par Gervais). Il est cependant logique de supposer, en partant du point de vue paléontologique, que le gisement de Bagnoles, caractérisé par un *Lophiaspis* (*L. Baicherei*) de taille bien inférieure au *Loph. occitanicus*, représente un niveau encore un peu plus ancien que le niveau d'Issel.

On sait que les graviers d'Issel sont regardés par les géologues qui ont étudié la région (MM. Vasseur et Bresson en particulier) comme l'horizon classique du *Lutécien supérieur*.

II. A un niveau certainement supérieur au précédent, se placent les gîtes de Trèbes (faubourg des Capucins) et de la Cité (Pech Mary) où j'ai décrit une mutation de forte taille du *L. isselense* (mut. *carcassense*). Si l'association constatée à Trèbes de ce dernier animal avec le *Lophiodon leptorhynchum* est bien réelle, il faudra rapporter à ce même niveau les gîtes à *L. leptorhynchum* de Rivoire, de Malves, de Douzens-Nord et d'une manière générale les nombreux gisements de la région du Minervois (La Livinière, Cessero, Azillanet, etc.). Mais j'ai déjà dit plus haut que et conservais quelques doutes sur cette association.

Quant au gisement de Douzens-Sud, caractérisé par le *Lophiodon tapiroides*, je pense que son niveau géologique n'est pas très différent de celui de Douzens-Nord à *L. leptorhynchum* : tout au plus pourrait-il être légèrement inférieur, d'après les données stratigraphiques.

L'âge de l'ensemble de ces gisements à *Lophiodon carcassense* et *leptorhynchum* étant certainement plus jeune que le niveau d'Issel, je considère cet horizon comme très rapproché de la limite des deux étages Lutécien et Bartonien ; on peut donc les ranger soit dans le Lutécien tout à fait supérieur, soit dans le Bartonien très inférieur. C'est la conclusion à laquelle j'étais déjà arrivé dans mes études sur les *Lophiodon* du Minervois.

III. Enfin un dernier horizon géologique à *Lophiodon* se trouve représenté par le gisement de Métairie-Grande que caractérise le gigantesque *L. lautricense*. C'est le représentant certain des grès du Castrais et des marno-calcaires de Robiac (Gard), c'est-à-dire de l'étage bartonien.

Le tableau suivant résume cette succession des formes de Lophiodontidés dans la région de Carcassonne.

Étage BARTONIEN	{	Gisement de Métairie-Grande à <i>Lophiodon lautricense</i> .
Étage BARTONIEN INFÉRIEUR OU LUTÉCIEN TRÈS SUPÉRIEUR		b) Gisements de Trèbes et de la Cité à <i>Lophiodon isselense</i> mut. <i>carcassense</i> et <i>L. leptorhynchum</i> . — Gisements de Rivoire, de Malves, de Douzens-Nord et du Minervois à <i>L. leptorhynchum</i> .
Étage LUTÉCIEN SUPÉRIEUR	{	a) Gisement de Douzens-Sud à <i>Lophiodon tapiroides</i> .
		b) Gisement des grès d'Issel à <i>Lophiodon isselense</i> et <i>Lophiaspis occitanicus</i> . — Gisement de Conques à <i>L. occitanicus</i> . — Gisement de Gaja à <i>Lophiodon isselense</i> .
		a) Gisement de Bagnoles à <i>Lophiaspis Baicherei</i> .

III. SUR LES *LOPHIODON* BARTONIENS DU BASSIN DE PARIS.

Les *Lophiodon*, assez abondants dans les sables à Térédines (Yprésien) et dans le Calcaire grossier supérieur du bassin de Paris, deviennent au contraire extrêmement rares dans l'étage Bartonien (*s. lato*) de cette région. P. Gervais avait bien signalé d'après Hébert, la découverte dans l'étage des Grès de Beauchamp de quelques ossements d'un *Lophiodon* de taille inférieure au *L. parisiense* ; mais ces pièces n'ont jamais été décrites et elles paraissent avoir été égarées.

En 1906, j'ai fait connaître la découverte d'une espèce nouvelle de *Lophiodon* (*L. Thomasi* DEP.), faite par M. Thomas à Sergy

(Aisne) dans une couche marneuse, dépendant du Bartonien inférieur (niveau du calcaire de Ducy).

Depuis cette époque, j'ai pu acquérir dans la collection Bernay une prémolaire supérieure d'une très grande espèce que je crois identique au *L. lautricense* NOULET et provenant du Bartonien de Berville (Seine-et-Oise)

Nous connaissons donc maintenant, dans le Bartonien du bassin de Paris, deux espèces très distinctes d'animaux du genre *Lophiodon*, qui sont les suivantes :

1. *LOPHIODON THOMASI* DEPÉRET

Pl. VII, fig. 4.

L. Thomasi DEP. Sur une nouvelle espèce de *Lophiodon* (*L. Thomasi*) du Bartonien de Sergy (Aisne). *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 686, fig. 1.

L'espèce repose sur une série de trois molaires supérieures comprenant la dernière prémolaire p^4 et les deux premières arrière-molaires m^1 et m^2 . Ses caractères essentiels sont les suivants : taille légèrement supérieure à celle du *L. parisiense* et au contraire un peu plus petite que celle du *L. isselense* ; arrière-molaires de structure tapiroïde à denticule antéro-externe très convexe et à denticule postéro-externe assez convexe et légèrement allongé ; dernière prémolaire à deux denticules internes, le postérieur plus bas et entièrement isolé de la muraille.

La figure que j'ai donnée de la pièce type (*loc. cit.*, p. 689) étant médiocre, j'ai cru devoir reproduire la pièce en phototypie dans la figure 4 de la planche jointe à ce mémoire.

2. *LOPHIODON LAUTRICENSE* NOULET race *franconicum* WAGNER.

Pl. VII, fig. 5.

Synonymie pour le Lophiodon lautricense.

Lophiodon lautricense NOULET. Note sur une nouvelle espèce du genre *Lophiodon* 1851. *Mém. Acad. Sc. Toulouse.*

Lophiodon lautricense P. GERVAIS 1867-69. *Zool. et Paléont. générales*, t. I, p. 165, pl. 28, fig. 3-7.

— — FILHOL 1888. *Études sur les Lophiodons d'Issel*, p. 122, pl. XIII, XVIII et XIX.

— — STEHLIN 1903. *Die Säugethiere d. schweiz. Eocæns*, p. 95. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. 30.

Lophiodon rhinoceros, race *franconicum* 1901. DEPÉRET et CARRIÈRE. Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Éocène moyen à Robiac (Gard). *CR. Ac. Sc. Paris*, 21 octobre 1901, p. 616.

Synonymie pour la race franconicum.

Lophiodon franconica WAGNER 1861. *Sitz. d. nat. physik. Classe de München Akademie*, 9 février.

Lophiodon rhinocerodes MAACK, 1865, *Palæont. Untersuch. über noch unbekannte Lophiodon fossilen v. Heidenheim Jahr. naturhist. Vereins in Augsburg.*

Cette espèce géante, qui est la plus grande de la famille, est commune dans les grès bartoniens des environs de Castres et plus abondante encore à Robiac (Gard) dans des marno-calcaires du Bartonien tout à fait supérieur. Wagner, puis Maack ont fait connaître depuis 1861 sous le nom de *L. franconicum*¹ une race de la même espèce, de taille notablement inférieure au type et provenant du Sidérolithique de Heidenheim (Franconie). Le *L. lautricense* n'avait pas été encore signalé dans le Bartonien du bassin de Paris¹.

J'ai eu la bonne fortune d'acquérir de la localité de Berville (collection Bernay) une dernière prémolaire supérieure *p*¹ dont la détermination et la provenance ne laissent prise à aucun doute. Cette dent (pl. VII, fig. 5) montre sa couronne complète, détachée au niveau de sa racine ; elle est en parfait état de conservation, les pointes et les crêtes n'ayant pas été encore entamées par la détritition. La forme générale est quadrangulaire, allongée en travers. La muraille porte deux denticules principaux convexes en dehors et un parastyle assez gros, mais étroitement appliqué contre la couronne. Le caractère essentiel de l'espèce réside dans l'existence de deux denticules internes très distincts, l'antérieur beaucoup plus gros que le postérieur. Le premier est relié à la muraille par une arête d'émail continue qui va rejoindre l'angle antérieur du denticule antéro-externe. Le second est au contraire libre et forme une colonnette conique isolée ; mais en face de lui et partant du denticule postéro-externe on voit s'avancer une arête transverse basse, qui ne rejoint pas tout à fait la pointe interne, mais qui est un rudiment très net de l'arête transverse si développée au lobe antérieur.

La structure *homœodonte* (à 2 collines internes comme les M) que je viens de décrire sur la pièce de Berville se retrouve identique avec quelques variations de détail sur la belle série de maxillaires de Robiac que possède l'Université de Lyon. On la retrouve également sur les dents de Heidenheim figurées par Maack (*loc. cit.*,

1. J'ai déjà eu l'occasion d'indiquer que le grand *Lophiodon* du calcaire d'eau douce de Sézanne (*Lophiodon giganteum* GERVAIS non DESM. = *L. sezannense* FILHOL) pouvait peut-être appartenir à une petite race du *L. lautricense*, avec lequel il s'accorde assez bien pour la taille ; mais l'absence des prémolaires supérieures rend cette assimilation tout à fait hypothétique.

pl. x, fig. 36-40). La pointe interne postérieure fait au contraire défaut sur les prémolaires du *L. rhinoceros* RUTIM. d'Egerkingen et de Lissieu (voir STEHLIN, *loc. cit.*, pl. III, fig. 9 et 12) où la trace de la deuxième colline transverse est à peine indiquée par une petite saillie d'émail sur la face interne de la muraille au niveau du denticule postérieur.

Comme dimensions, la p^4 de Berville est un peu inférieure à celle de la moyenne des sujets de la forme type du Castrais et de Robiac : chez ces derniers, la longueur de la muraille externe sur la dent correspondante varie de 37 mm. à 44 mm. tandis qu'elle est de 35 mm. seulement sur la dent du bassin de Paris.

Dans la race *franconicum* d'Heidenheim, les dimensions sont au contraire en général plus faibles et la longueur de p^4 sur le bord externe varie de 30 mm. à 35 mm. Encore cette dernière dimension est-elle un peu exceptionnelle et n'est-elle atteinte que sur un seul des échantillons figurés par Maack sur la planche x ; les autres ne mesurent que 30 mm. et 31 mm.

Il est permis de conclure de ces mensurations que la taille du *L. lautricense* présentait des variations assez considérables : en appréciant cette variabilité par la longueur de la dernière prémolaire supérieure, on peut distinguer une *race de petite taille* (race *franconicum*) à habitat septentrional (Franconie, bassin de Paris) où p^4 varie de 30 mm. à 35 mm. ; et une *race type* à habitat plus méridional (Castrais, Gard) où cette même dent varie de 37 mm. à 44 mm.

On voit que le sujet de Berville se place par la dimension de sa p^4 (35 mm.) à la limite supérieure de grandeur de la race d'Heidenheim à laquelle je crois devoir la rapporter.

Conclusions. — En résumé, nous connaissons maintenant dans le Bartonien inférieur du bassin éocène parisien, deux espèces de *Lophiodon*, de taille très différente, mais caractérisées l'une et l'autre par la présence de deux pointes internes aux prémolaires supérieures, alors que les *Lophiodon* des époques plus anciennes n'en présentent généralement qu'une seule. Il y a là un exemple remarquable d'une évolution parallèle de deux rameaux différents dans une direction commune, qui est celle d'une *tendance homéodontie*, c'est-à-dire d'une dentition où les prémolaires se compliquent pour ressembler plus ou moins complètement aux arrièremolaires. Mais le genre *Lophiodon* s'est éteint brusquement à la fin de l'Éocène moyen, sans avoir pu réaliser d'une manière complète cette *homéodontie* que l'on retrouve plus tard d'une manière si parfaite chez les *Hyracothéridés*, les *Tapiridés*, les *Équidés*, etc, en un mot chez presque tous les groupes des *Imparidigités*.

OBSERVATIONS SUR LA TECTONIQUE DES CARPATHES ROUMAINES A PROPOS D'UN MÉMOIRE RÉCENT

PAR **J. Bergeron.**

M. L. Mrazec, professeur de géologie à l'Université de Bucarest, vient de publier un mémoire¹ dans lequel un chapitre est consacré à la tectonique d'une partie des Carpathes roumaines. Je ne discuterai pas la théorie des *plis diapirs*, qui, je l'avoue, me paraît singulière, voulant seulement attirer l'attention sur des faits bien précis que rapporte l'auteur, faits qui l'ont amené à admettre l'existence de nappes dans les Carpathes. Voici ce qu'il dit à ce sujet² : « D'après les recherches faites en Galicie par les géologues polonais et autrichiens, recherches synthétisées par M. V. Uhlig, et indépendamment d'après des recherches des géologues roumains dans les Carpathes de l'Est et du Sud, il ressort que la zone du grès carpathique est formée par des nappes charriées dans la constitution desquelles entrent des dépôts crétacés et le Paléogène ». Un peu plus loin il cite³ comme exemple de nappe une partie du flysch des Sub-Carpathes de la Muntenie, en particulier l'éperon de Valeni et les klippes paléogènes qui se trouvent dans son prolongement. Il signale aussi, dans le même passage, que cette dernière partie de la nappe « a été pincée et plissée avec le Salifère par des mouvements qui se sont produits dans le Pliocène supérieur ou qui sont post-pliocènes ».

Revenant sur l'éperon de Valeni M. Mrazec insiste⁴ sur le fait que, entre lui et la zone du flysch, « s'ouvre la fenêtre de Chiojdu dans laquelle apparaît le Miocène salifère » ; ce qui implique bien chez l'auteur la conviction que cet éperon fait partie de la nappe du flysch et qu'il n'en a été séparé que par suite d'érosions.

Quant à cette grande nappe, elle s'étendrait pour M. Mrazec jusque dans la partie orientale du département de Prahova ; elle est « formée d'un complexe de roches gréseuses marneuses, reposant sur des marnes argileuses bigarrées appartenant très probablement au Crétacé supérieur et couronnées par des couches de grès à hiéroglyphes. Cette nappe qui comprend probablement le Cré-

1. L. MRAZEC. L'industrie du pétrole en Roumanie. Les gisements de pétrole. — Publication du Ministère de l'Industrie et du Commerce. Bucarest, 1910.

2. *Ibid.*, p. 35.

3. *Ibid.*, p. 37.

4. *Ibid.*, p. 44.

tacé supérieur, l'Éocène (Nummulites) et au moins l'Oligocène inférieur, peut-être même l'Oligocène moyen et supérieur, repose sur toute son étendue par sa bordure extérieure sur la nappe marginale. A la base de cette nappe on rencontre par places des blocs de conglomérat cénomanien... qui doivent être considérés comme des klippes de rabotage¹ ».

Antérieurement à la brochure dont je viens de parler, M. Mrazec avait déjà établi l'existence de nappes dans les mêmes régions et même il donnait parfois plus de détails².

En exposant ces faits, M. Mrazec a oublié que, dès 1904, j'avais publié³, à la suite d'un voyage que j'avais fait en Roumanie en septembre 1903, des articles dans lesquels j'avais indiqué moi-même des résultats identiques aux siens. Nous les avons d'ailleurs discutés sur place et j'avais eu le regret de ne pouvoir le convaincre. Si je suis heureux de voir qu'enfin nous sommes d'accord, d'autre part je suis surpris qu'il ne se soit pas souvenu de la façon dont j'avais interprété des faits que nous avons étudiés ensemble. Ma manière de voir était bien connue cependant puisque M. de Martonne, en rendant compte⁴ d'un des premiers mémoires de M. Mrazec dans lesquels il admit l'existence de nappes dans les Carpathes⁵, rappelait que dès 1904 j'avais donné les mêmes conclusions pour la même région.

En parcourant la haute vallée de la Jalomita j'avais reconnu que les dépôts secondaires auxquels j'avais eu affaire présentaient entre eux des superpositions anormales, et que de plus on y constatait des traces de glissement et d'étirement. C'est ainsi que j'arrivais à la conception de l'existence de nappes dans cette région : dans le Céno-manien j'avais reconnu des traces de charriages⁶ et j'avais établi que les klippes du complexe Malm-Néocomien n'étaient autre chose que des lambeaux entraînés dans le mouvement de translation de la nappe⁷. J'étais donc arrivé avant M. Mrazec à la conclusion que le Crétacé supérieur faisait partie

1. *Ibid.*, p. 45.

2. Plusieurs articles sur ce sujet ont paru dans l'*Anuarul Institutului geologie*, vol. I, 1908. Le *Moniteur du pétrole roumain* a donné la traduction de quelques-uns d'entre eux ; c'est ainsi qu'ils sont parvenus à ma connaissance.

3. J. BERGERON. Observations relatives à la tectonique de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie). *CR. Ac. Sc.*, CXXXVII, p. 1009. Observations relatives à la structure de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie) et des Carpathes roumaines. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 54.

4. *Annales de géographie*, 1909, XVIII. Bibliographie géographique universelle, 1908, p. 162, n° 528.

5. MRAZEC. La tectonique de l'éperon paléogène de Valeni. *Revue du pétrole*, 1908, p. 247-250, 2 fig. de coupes.

6. J. BERGERON. *Ibid.*, p. 63, 64 et 65.

7. *Ibid.*, p. 65.

d'une nappe qui comprenait d'ailleurs pour moi toute la série secondaire telle qu'elle existe dans les Carpathes roumaines.

M'inspirant de ce que j'avais observé et m'appuyant sur les nombreuses coupes données par MM. Mrazec et Teisseyre pour la région tertiaire, j'avais été conduit à émettre l'hypothèse suivante : l'arc montagneux qui réunit les Carpathes du Nord aux Alpes de Transylvanie et qui est constitué par du flysch ou Tertiaire ancien appartient à une nappe de charriage. J'invoquais à l'appui de ma manière de voir la façon dont, selon M. Teisseyre, se fait le contact de cette série avec le Miocène (formation salifère) par une faille inverse : j'y voyais un contact anormal par charriage ¹.

L'existence de cette nappe étant vraisemblable pour moi, j'interprétais, en en tenant compte, les îlots éogènes, qui sur les cartes de MM. Mrazec et Teisseyre semblent émerger de la formation salifère, comme autant de lambeaux de nappes portés par le Miocène ². Je niais l'existence de racines pour les îlots de Dof-taneti, Buslenari, Cosmina, Telega, Gura, Draganieui que M. Mrazec considère également maintenant comme des lambeaux de nappe. La baie helvétique que je désignais sous le nom de baie de Slanic correspondait pour moi à une région dans laquelle une partie de la nappe avait été enlevée par érosion ; on retrouvait la bordure de cette nappe dans le promontoire de Valeni de Munte ³. C'est ce qu'a reconnu M. Mrazec pour ce promontoire comme pour la baie de Slanic qu'il désigne sous le nom de « fenêtre de Chiojdu ».

Je n'avais pu indiquer l'âge précis des charriages ; mais pour moi, le plus important était postérieur à l'Helvétien et, s'il y en avait eu d'autres, ils auraient été postérieurs ⁴. M. Mrazec et ses élèves en admettent un antérieur au Crétacé supérieur ; étant donnée l'allure du Jurassique et du Crétacé dans la région que j'ai parcourue, il n'y a pas de doute que ces deux terrains ne fassent partie de la même nappe. Peut-être les ridements dont parle M. Mrazec, et qui sont postérieurs au Pliocène, ont-ils donné lieu à des contacts anormaux ; de là, une apparence de charriage.

Quoi qu'il en soit de cette question du nombre des nappes et de leur âge, il paraît bien établi maintenant qu'il y a des nappes dans les Carpathes roumaines. Ces nappes d'ailleurs pourraient s'étendre beaucoup vers le SW. En 1905, M. Murgoci a reconnu

1. J. BERGERON, p. 69.

2. *Ibid.*, p. 74.

3. *Ibid.*, p. 76.

4. *Ibid.*, p. 71.

dans les Carpathes méridionales l'existence d'une grande nappe de recouvrement. L'auteur s'appuyait sur des observations faites antérieurement, avec M. Mrazec, de la présence de lambeaux de micaschistes sur des calcaires mésozoïques dans la région du Jiu et du Paringu¹. Dans une seconde note² M. Murgoci donne plus de détails sur le recouvrement dont il a parlé précédemment et qui aurait été déjà signalé par Inkey. Dès 1899, M. Murgoci aurait publié une carte tectonique³ dans laquelle, dit-il, on peut se douter de l'existence du chevauchement en question, bien que de son aveu, l'auteur ne se rendit pas compte à ce moment de l'importance de cet accident. Il avait déjà, lors du Congrès de Vienne en 1903, présenté des coupes donnant la notion de chevauchements; malheureusement ces coupes n'ont pas été publiées. L'auteur cite plusieurs points, notamment près des Portes de fer, où le Mésozoïque se montre compris entre deux masses cristallines dont la supérieure appartient à coup sûr à une nappe. Celle-ci serait très nettement visible: dans la Cerna où elle aurait été vue par Inkey, au Sturu où M. Mrazec et l'auteur ont observé les faits cités plus haut, enfin du côté du Tarco, en Serbie où M. Schafarzic a remarqué une superposition anormale.

M. Murgoci d'ailleurs déclare ne pouvoir soupçonner où se trouvent la racine et la charnière frontale de la nappe charriée, ni se faire une idée du sens du mouvement.

En résumé l'existence des nappes dans toutes les Carpathes roumaines ainsi que dans leur prolongement en Serbie, est admise en principe par les géologues qui étudient ces régions. C'est la confirmation de ce que j'ai dit en 1904 et même l'extension des faits que j'avais signalés alors. Je m'estime très heureux d'avoir introduit la notion de nappe dans l'étude de la région des Carpathes, car je ne doute pas qu'elle ne facilite dans la suite cette même étude.

1. MUNTEANU-MURGOCI. Contribution à la tectonique des Carpathes méridionales. *CR. Ac. Sc.*, 1905, CXLII, p. 71.

2. MUNTEANU-MURGOCI. Sur l'existence d'une grande nappe de recouvrement dans les Carpathes méridionales. *CR. Ac. Sc.* 1905, CXLI, p. 337.

3. MUNTEANU-MURGOCI. *Bull. Soc. Ing.*, Bucarest, 1899.

RÉSUMÉ SUR LES TERRAINS TERTIAIRES DE L'ALLEMAGNE OCCIDENTALE

LE BASSIN DE MAYENCE

PAR **G. F. Dollfus.**

PLANCHES VIII et IX.

INTRODUCTION

Les détails que j'ai donnés sur le groupement des assises tertiaires dans le bassin de Paris à propos de l'excursion des géologues anglais¹ m'ont valu, de divers correspondants, des observations intéressantes que j'examinerai en leur temps devant la Société géologique. C'est ainsi que notre confrère M. A. von Koenen m'a fait observer que j'avais eu tort de suivre l'exemple donné par A. de Lapparent en subdivisant l'Oligocène en deux étages seulement, m'invitant à venir constater moi-même en Allemagne sa subdivision naturelle en trois parties. Je n'ai eu garde de négliger une si aimable proposition et j'ai pu visiter, grâce à ses soins, les points les plus importants de la série oligocène classique de l'Allemagne occidentale. Dans deux notes successives j'examinerai le bassin de Mayence, très important, considéré comme unité distincte, puis les autres îlots tertiaires, plus ou moins étendus, de l'Allemagne occidentale.

La région géologique connue sous le nom de Bassin de Mayence (Mainzer-Becken) ne correspond ni à une unité géographique ni à une même circonscription administrative.

Comme le faisait déjà observer W. J. Hamilton en 1854² c'est un élargissement terminal nord de la vallée de l'Alsace. Les Vosges à l'Ouest s'abaissent en formant les hauteurs du Hardtwald; la Forêt-Noire à l'Est se prolonge à une altitude plus basse par l'Odenwald; tout l'ensemble est brusquement arrêté par une forte barrière transversale, oblique, orientée du NW. au SE., par les hauteurs du Taunus.

1. G. F. DOLLFUS. *B. S. G. F.*, 7 juin 1909, (4), IX, p. 286. *CR. somm. séances Soc. géol.*, 2 mai 1910 (Étage kasselien), 6 juin 1910 (Environs de Mayence).

2. *Quart. J. Geol. Soc. of London*, X, p. 254, 1854, XI, p. lxxi (1855). G. R. LEPSIUS. *Des Mainzer Becken*, 182 p. 4° avec carte, Darmstadt, 1883. — H. von DECHEN. *Geolog. und Paleont. Ubersicht der Rheinprovinz und Westphalen*. t. II, p. 500, Bonn, 1885.

Cependant les limites anciennes des dépôts tertiaires ne peuvent être que très difficilement fixées aujourd'hui, car, sauf au Sud-Ouest, ils sont affectés par des failles importantes, dont nous aurons à examiner l'âge et les conditions.

Au point de vue stratigraphique la série tertiaire comprend deux cycles presque complets, débutant par un gravier marin de base et se terminant par des couches fluvio-marines et lacustres : à la base l'Oligocène moyen ou étage stampien, au sommet l'Oligocène supérieur ou étage kassélien, en laissant de côté pour le moment les sables et les graviers culminants d'Eppelsheim à faune miocène.

Rien ne représente l'Oligocène inférieur (Tongrien) qui, jusqu'ici, manque dans la région.

Il va de soi que les environs de Mayence ont été l'objet de travaux géologiques importants et nombreux depuis une centaine d'années¹, mais il est impossible de considérer leur étude comme terminée, et les conquêtes les plus récentes de la paléontologie et de la tectonique peuvent encore y être appliquées avec succès. Nous avons été très aimablement conduits sur le terrain par M. D. Steuer, géologue à Darmstadt, avec le concours de M. Creelius, professeur à Lonsheim, et nous leur témoignerons ici nos plus vifs remerciements.

Il résulte de ces études que l'échelle stratigraphique est bien connue, mais que des divergences profondes ont surgi lorsqu'il a fallu grouper les assises et que les appréciations paléontologiques, comme les faits tectoniques, demandent à être interprétés à nouveau. Nous examinerons successivement :

Les limites et la structure du Bassin de Mayence.

L'échelle stratigraphique, les relations paléontologiques des assises, les prolongements du bassin au Nord-Est et au Nord-Ouest.

I. — Limites et structure des formations tertiaires.

Seulement dans la région du Sud-Ouest, sur le bord du Hardtwald, les dépôts tertiaires nous offrent leur ancienne limite naturelle. Les sables marins (Meeressand) avec graviers à la base, passant à une argile de dépôt plus profond (Rupelthon), reposent par ravinement sur les assises relevées du Grès permien, assise de Lebach (Rothliegendes), souvent coupées par des mélaphyres et des porphyres quartzifères; les couches tertiaires plongent régulièrement au Nord-Nord-Est.

1. Voir la bibliographie ancienne in C. CHELIUS, *Chronolog. Uebers. der Geol. und Min. Literature uber der Gross-Herzogthum. Hessen. Abhand. fur Geol. Kart Hessen.* 1884. Et depuis 1884-1894 in KINKELIN.

A l'Est, suivant la vallée du Rhin, le Tertiaire est arrêté par deux grandes failles, orientées du N. au S. ; l'une qui est presque parallèle à la rive droite du fleuve vient de Heidelberg, passe à Darmstadt, près d'Offenbach, à l'Est de Francfort, montant sur Freidberg ; elle laisse apparaître, à Karshof, près Darmstadt, dans une faible excavation, le calcaire à Cérithes fossilifère, au contact du grès permien injecté de mélaphyres au voisinage du granite ; l'autre faille, sur la rive gauche du Rhin, vient de Neustadt, passe à l'Ouest de Worms, à West-Hofen, fait surgir le grès rouge sous le Tertiaire à Oppenheim, passe entre Flörsheim et Hocheim à l'Est de Mayence et gagne le Taunus par Breckenheim. C'est principalement à l'Ouest de ce dernier accident que les couches tertiaires sont facilement observables dans une dépression synclinale prolongeant les terrains abaissés suivant une ligne qui va de Sarrebruck à Alzey.

Dans l'intervalle de ces deux failles, dans des forages profonds, comme à Mannheim, l'argile à *Leda* a été rencontrée sous un Diluvium épais et sur 175 m. d'épaisseur. M. Steuer a étudié en 1904 deux forages à Heppenheim et Mettenheim près de Worms, auprès de la faille de la rive droite du Rhin qui ont rencontré à une grande profondeur une argile bitumineuse et une asphaltite rappelant les couches de Lobsann en Alsace et appartenant peut-être à l'Oligocène inférieur, reposant sous une argile bleuâtre, compacte, du Rupélien, avec nombreux Foraminifères caractéristiques. Au Nord, dans la petite région des collines du Rheingau dépendant du Taunus, de Bingen à Wiesbaden, et sur le revers sud du Taunus principal, de Wiesbaden à Hombourg et Friedberg, il existe tout un régime de grandes failles contre lesquelles le Tertiaire vient butter en plongeant au Nord vers le Primaire et par lesquelles sortent des eaux minérales chaudes qui enrichissent cette contrée. Une première faille amène au jour des schistes noirs, sériciteux par places, relevés jusqu'à la verticale, qui m'ont paru fort analogues aux schistes-phyllades reviniens de l'Ardenne franco-belge et classés dans le Silurien inférieur (Cambrien), peut-être même appartenant au Précambrien ; divers forages récents à Wiesbaden, à Francfort¹, comme à Hombourg ont montré que les grès permien reposaient sous les couches tertiaires, s'étendant dans la profondeur jusqu'à cette faille, rendant la dislocation plus profonde et plus manifeste ; derrière cette faille un autre accident montre au contact du Cambrien le Dévonien inférieur très fortement plissé ; quartzites du Taunus et Schistes du Hundsrück. Toutes les cartes géologiques publiées jusqu'ici sont

1. D^r F. KINKELIN. Eine Geologische Skizze, 1909. Frankfort-s.-M.

inexactes et elles ne montrent aucune faille, elles figurent tout au long du pied du Taunus des sables et graviers qu'elles attribuent au Meeressand, mais ces dépôts, sans fossiles, ne peuvent appartenir à l'Oligocène, ils sont supérieurs aux dépôts à *Hydrobia* et ils doivent se classer certainement sur l'horizon des graviers d'Eppelsheim ou être même plus récents; nous verrons d'ailleurs plus loin leur très intéressante fortune, très différente de celle des dépôts supérieurs de Mayence vers le Nord, au delà des failles du Taunus.

Au Nord, au delà de Francfort, la plaine tertiaire arrosée par la Nidda constitue une région naturelle nommée Wettérvie (Wetterau), qui se rétrécit beaucoup à la hauteur de Friedberg et des bains de Nauheim; là les couches tertiaires sont couvertes d'une masse basaltique énorme qui forme le massif des Vogelsgebirge, de la Hesse supérieure, et qui est d'âge pliocène; dans les vallées profondes, dans des forages, on a pu reconnaître les couches tertiaires atteintes avant le tréfonds formé de Rothliegendes et qui sont formées de couches ligniteuses importantes (Braunkohle) s'intercalant à diverses hauteurs dans les sables de l'Oligocène; des graviers, probablement sur le prolongement des sables d'Eppelsheim, sont encore souvent pincés sous la masse basaltique. Nous étudierons la constitution de ces dépôts tertiaires conduisant aux bassins de l'Est dans la seconde partie de notre travail.

Le point très important de ces descriptions c'est que tous ces accidents apparaissent comme nettement postérieurs à toute la série tertiaire; toute la série oligocène ayant été affectée; déjà Klipstein et Kaup, en 1836, dans un mémoire sur les ossements de grands Vertébrés recueillis dans le sable d'Eppelsheim, ont très bien montré que des failles avaient troublé ces dépôts et déplacé les couches miocéniques, enfin que ces mouvements paraissaient s'être prolongés et que des failles ayant dénivélé les couches quaternaires n'étaient pas rares dans la vallée du Rhin; nous en donnerons également des exemples.

II. — Description des assises.

TABLEAU DES TERRAINS TERTIAIRES DU BASSIN DE MAYENCE

MIOCÈNE SUPÉRIEUR. Sables d'Eppelsheim à *Dinotherium giganteum*.

Oligocène sup. KASSELN	{	sup.	{ Argiles et sables ligniteux de Wettérvie. Calcaire de Biebrich à <i>Hydrobia elongata</i> (Litorinellen Kalk). Calcaire de Weisenau à <i>Corbicula Faujasi</i> et <i>Hydrobia inflata</i> . (Corbicula Schichten).
		inf.	{ Calcaire de Flörsheim à <i>Cerithium plicatum</i> , tufs calcareux à <i>Helix Ramondi</i> , sables calcareux à Foraminifères (Landschencken Kalk, Hochheim Kalk).

Oligocène moyen STAMPIEN	}	sup.	Marne ligniteuse à <i>Limnæa fabula</i> , grès à feuilles d'Eltville. Marnes d'Offenbach à <i>Cyrena convexa</i> (Cyrenen-Mergel). Marne verte à <i>Isogonum</i> et <i>Chenopus</i> (Chenopus-sand). Marnesa bleue d'Elsheim à <i>Corbulomya Nysti</i> (Schleichsand, Ober Meeressand).
		inf.	Argile grise et bleue à <i>Leda Deshayesi</i> (Rupelthon, Septarien-thon). = Sables marins d'Alzey (Meeressand).

OLIGOCÈNE MOYEN (ÉTAGE STAMPIEN).

SABLES MARINS D'ALZEY. — ARGILE DE FLORSHEIM A LEDA

Les affleurements de Tertiaire marin commencent au Sud aux environs de la ville d'Alzey, ils se poursuivent par groupes, sur les communes suivantes en montant au Nord : Weinheim, Offenheim — Heimersheim, Lonsheim, Bornheim — Wendesheim, Uffhofen, Flonheim — Wonsheim, Eckelsheim — Frei-Laubesheim, Wöllstein, Volxheim, Hackenheim — Environs de Kreuznach sur la Nähe — îlots dans la région montagneuse : Waldblockheim, Winzenheim, Wald-Hilbersheim, Wald-Laubersheim, rejoignant Bingen sur le Rhin.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est que la nature minéralogique de la couche de contact de base sur les grès permien n'est pas toujours la même, c'est tantôt un fort poudingue graveleux avec sables, tantôt une marne sableuse avec cailloux, tantôt une argile pure presque sans débris. Dans la hauteur des coupes on trouve des différences aussi notables qui prouvent que la côte était découpée et présentait des caps et des baies, des points tranquilles et d'autres fort agités sans qu'il soit possible de distinguer nettement deux dépôts stratigraphiquement distincts comme on l'a fait communément en considérant toujours un sable marin de base à *Ostrea callifera* et une argile moyenne à *Leda* ; il s'agit de deux faciès d'une même formation, avec passages insensibles, avec dépôts littoraux plus sableux bordant des fonds étendus et dépôts plus profonds, plus argileux. Nous réunissons donc les sables d'Alzey à *Ostrea callifera* aux argiles profondes à *Leda Deshayesi*.

Ces couches à *Leda Deshayesi* ont été désignées souvent comme argile à *Septaria* (Septarien-thon) mais on a fait remarquer que ces rognons calcaires y étaient purement accidentels, locaux, et peut-être de formation un peu postérieure. On a employé également le nom de Rupelthon en assimilant ces argiles bleues à la formation rupelienne de Dumont en Belgique, mais la rivière du Rupel, qui coule sur des terrains divers, ne peut guère servir à désigner un type ; le meilleur nom, le plus ancien, serait :

Argile de Boom, localité de la Belgique où cette assise est exploitée, bien fossilifère, bien anciennement décrite et ne présente aucune incertitude, le nom de Boomien, créé par Mayer, est cependant inacceptable comme bien postérieur à celui de Stampien et ne saurait être employé.

Toutes ces couches plongent au Nord-Est et disparaissent dans la profondeur, on en connaît cependant à l'Est de Mayence et près de Francfort quelques îlots ramenés au jour par des failles.

L'argile à *Leda* se modifie peu à peu vers son sommet, devient marneuse, souvent sableuse et stratifiée, elle passe à des marnes à Cyrènes (Cyrenen Mergel) qui sont un dépôt fluvio-marin; la limite est fort difficile à tracer et l'affleurement des marnes à Cyrènes forme une bande presque parallèle à celle des sables marins, mais l'inclinaison en est un peu moindre et l'extension bien différente vers le Nord; dans un forage à Offenbach il n'a guère été possible de distinguer l'argile à *Leda* des marnes à *Cyrena* et l'ensemble de ces formations a dépassé 200 m.

Nous ne pensons pas cependant que l'argile à *Leda* se soit déposée à une très grande profondeur; on y a découvert à Florsheim de nombreuses empreintes de végétaux terrestres et M. Geyler a pu dresser en 1883 une liste de 57 espèces prouvant un climat subtropical (*Senckenberg*, p. 285).

Le plongement au Nord des couches marines de l'Oligocène moyen est très important comme le faisait déjà observer Lepsius, car si les sables marins sont vers l'altitude de 300 m. à Alzey et montent à 400 à Waldblockheim, ils se retrouvent à Wiesbaden, dans la profondeur, à 40 km. au N., vers la cote 145, soit une pente actuelle d'environ 11 m. par kilomètre.

I. Coupe à Weinheim, Pl. VIII, fig. 1.

Village à 3 km. à l'Ouest d'Alzey; carrière du vallon de Selz.

	5 Terre végétale brunâtre.....	0,30
PLEISTOCÈNE.	4 Limon-Loess à cassures perpendiculaires..	0,40 à 1,00
STAMPIEN.	3 Argile verdâtre, dure, craquelée, avec un cordon de rognons calcaires à la base.....	2,00
PERMIEN.	1 Grès feldspathique blanchâtre, dur, à stratification sub-horizontale, exploité sur.....	10,00

Altitude de 190 m. à la base, couches sub-horizontales, plateau à l'altitude de 250 à 260 m.

II. Coupe à Weinheim

Chemin montant au Nord, Kesselberg dans la littérature.

	Limon sableux, graveleux à la base.....	1,50
STAMPIEN.	6 Sable calcareux, roux, avec blocs gréseux.....	2,00
	5 Sables et grès gris en lits discontinus, couche bien fossilifère.....	3,00
	4 Banc de grès dur, bleu et jaune.....	0,40
	3 Sable calcareux, glauconieux, fossilifère.....	2,20
	2 Banc de grès dur, bleu et jaune.....	0,60
	1 Sable calcareux grossier avec galets, dents de Poissons, <i>Halitherium</i> , <i>Ostrea callifera</i>	1,00

Grès permien à une faible profondeur, altitude 220 m., fossiles bien conservés, faune d'Étampes, dont voici une liste abrégée. Sur le plateau, l'argile à Cyrènes est en succession bien visible.

Faune stampienne de Weinheim.

<i>Glycymeris Heberti</i> BOSQ. sp. (<i>Panopea</i>).	<i>Astarte plicata</i> MÉRIAN.
<i>Psammobia plana</i> BRONG. sp. (<i>Cytherea</i>).	<i>Pectunculus angusticostatus</i> LAMK.
<i>Corbula subpisum</i> D'ORB. (non <i>C. gibba</i> OLIVI; <i>C. pisum</i> NYST. non SOWERBY).	— <i>obovatus</i> LAMK.
<i>Cytherea (Tivelina) depressa</i> DESH.	<i>Chlamys pictus</i> GOLD. sp. (<i>Pecten</i>).
— <i>splendida</i> MÉRIAN sp. (<i>V. sublævigata</i> NYST.).	<i>Dentalium Kicksi</i> NYST.
<i>Cyprina rotundata</i> A. BRAUN.	<i>Bullinella conoidea</i> DESH.
<i>Lucina (Divaricella) undulata</i> LAMK.	<i>Cylichnina coelata</i> DESH. sp.
— (<i>Jagonia squamosa</i> LAMK.	<i>Trochus margaritula</i> MÉRIAN.
— (<i>Dentilucina tenuistriata</i> HÉB.	<i>Natica achatensis</i> RECLUZ in KON. (<i>N. Nysti</i> D'ORB.).
<i>Diplodonta fragilis</i> A. BRAUN.	<i>Scalaria pusilla</i> PHIL.
<i>Cardium tenuisulcatum</i> NYST.	— <i>recticosta</i> SANDB.
— <i>scobinula</i> MÉRIAN.	<i>Fusus Wælli</i> NYST.
<i>Cardita Omaliusi</i> NYST (<i>Venericardia</i>).	<i>Pleurotoma (Surcula) belgica</i> GOLD.
	<i>Typhis Schlotheimi</i> BEYR.
	<i>Sassia foveolata</i> SAND. (<i>Triton</i>).
	<i>Cerithium</i> (?) <i>lævissimum</i> SCHLOT.

III. Coupe à Flonheim

Village à 8 km. au NW. d'Alzey: route de Kreuznach. Grandes carrières en face Uffhofen.

	4 Terre végétale.....	0,40
STAMPIEN.	2-3 Sables grossiers rouillés, glauconifères, avec blocs énormes de grès permien déchaussés. Galets variés, <i>Ostrea callifera</i> , dents de Poissons, débris variés.....	3 à 8 m.

PERMIEN... 1 Grès-arkose, en bancs stratifiés inclinés au Nord,
(grès de Lebach), exploités sur..... 10 m.
Altitude 165 m.

Très intéressant faciès d'ancien rivage rocheux.

IV. Coupe à Flonheim

Autre carrière située à l'Ouest.

	Terre végétale sableuse.....	0,60
STAMPIEN.	7 Argile grise limoneuse.....	0,60
	6 Argile dure, verdâtre, avec <i>Ostrea callifera</i> , lit cal- careux blanchâtre à la base.	0,90
	5 Argile bleue compacte.....	1,00
	4 Argile brunâtre schistoïde.....	0,40
	3 Argile sableuse avec débris grossiers.....	0,60
	2 Sable jaune grossier, fossilifère.....	0,40
	1 Sables gris grossiers avec grès irrégulier, dents de Poissons, <i>Halitherium</i> , <i>Ostrea callifera</i>	2,50
PERMIEN.	0 Grès-arkose, blanchâtre, profondément raviné, exploité sur.....	3 à 4 m.

Les couches 1 et 2 sont d'épaisseur variable et à l'extrémité de la carrière la couche argileuse 3 est en contact direct avec le grès permien. Les débris de base restent les mêmes.

V. Coupe à Eckelsheim.

Entre Kreuznach et Alzey, à 10 km. de chacune de ces villes, vaste sablière dite du Steigerberg, altitude de 158 m., plateau à 220 m.

	Terre végétale.....	0,60
STAMPIEN.	7 Sable blanchi, demi-fin, assez pur.....	1,00
	6 Sable jauni, analogue au supérieur.....	1,50
	5 Sable blanc, fin, pur, stratifié.....	1,20
	4 Sable gris, assez gros, avec galets variés, souvent très gros.....	2,00
	3 Sable jaune, demi-fin, fossilifère.....	1,00
	2 Sable gris à stratification oblique, fossiles très fra- giles.....	1,30
	1 Sable gréseux en bancs irréguliers, galets de grès et de mélaphyre, <i>Ostrea callifera</i> , <i>O. cyathula</i> , <i>O.</i> <i>rhenana</i> var., <i>Pecten pictus</i> , <i>P. inæqualis</i> , <i>P. cf.</i> <i>multistriatus</i>	2,20

Les couches sont inclinées au Nord, les grès du Mittel-Roth-legendes sont exploités au S. à une faible distance.

VI. Coupe à Wöllstein.

Village sur l'Apfel à 8 km. au SE. de Kreuznach. Plusieurs sablières vers le Schloss.

STAMPIEN.	}	3 Sable fin blanchâtre.....	0,30
		2 Sable demi-fin, grisâtre, avec fossiles roulés : <i>Ostrea callifera</i> , <i>O. cyathula</i> , <i>O. rhenana</i> var., <i>Isogonum Sandbergeri</i> , <i>Pecten pictus</i> , <i>P. Heninghausi</i>	1,00
		1 Sable grossier très graveleux à la base, galets variés.....	5,00
PERMIEN.		Porphyre à pâte blanchâtre ou rosée, cristaux blanchâtres confus ; profondément raviné, exploité, visible sur.....	3,00

VII. Coupe à Wöllstein

A peu de distance de la précédente.

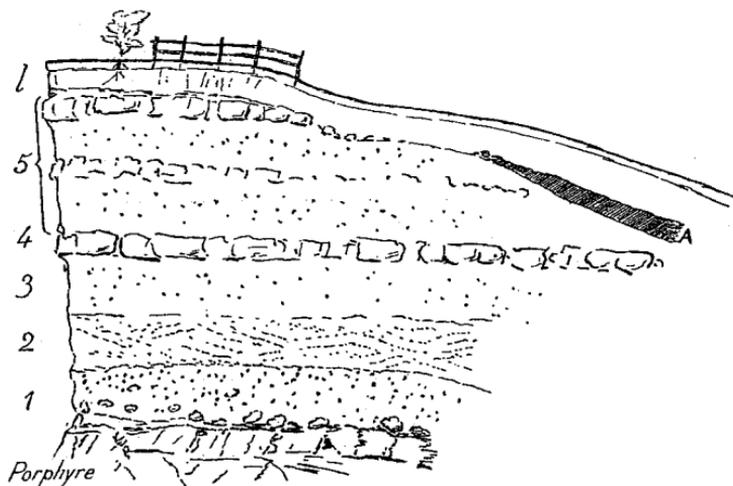


FIG. 1. — Coupe à WÖLLSTEIN.

STAMPIEN.	}	l Terre végétale limoneuse.....	0,60
		A Argile grise, fendillée.....	0,20
		5 Sable gris et jaune avec blocs de grès arrondis...	3,50
		4 Grès jaune, dur, tabulaire.....	0,40
		3 Sable blanc.....	1,20
		2 Sable jaune à stratification oblique, débris fossilifères, <i>Ostrea callifera</i>	1,00
		1 Sable très graveleux, grossier.....	1,50
		Porphyre fortement raviné.	

Toutes les couches sont inclinées fortement au Nord.

Dans la plaine de Kreuznach¹ les grès permien barytiques et feldspathiques, accompagnés de mélaphyres de couleur claire, pointent de divers côtés ; ils sont surmontés par des sables très argileux qui ont été marqués spécialement comme « Septarien-

1. SANDBERGER. Sur l'âge des couches tertiaires du bassin de Mayence. Coupe in *B.S.G.F.*, (2). XVII, p. 155 (1860) — STEUER. Über Tertiar und Diluvium. *Eskursion der Niederheissischen Geolog. Vereins von 4 bis*, 8 april 1909, p. 25-41, 5 pl.

thon » sur la Carte géologique, mais qui se trouvent en réalité sur le prolongement des sables d'Alzey ; la faune est la même, et M. Lepsius en a donné, en 1883, une liste très étendue qui nous a permis de compléter celle de nos récoltes.

Faune stampienne de Kreuznach.

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Voluta (Lyria) modesta</i> MERIAN. | <i>Benoistia Boblayi</i> DESH. (<i>Cerithium</i>). |
| <i>Voluta (Volutilithes) Rathieri</i> HEB. | <i>Bittium sublima</i> D'ORB. (<i>Cerithium</i>). |
| <i>Chenopus speciosus</i> SCHL. sp. (<i>Strombites</i>). | <i>Natica (Helicina) achatensis</i> RECLUZ. |
| <i>Pleurotoma (Surcula) belgica</i> GOLD. | — (<i>Megatylotus</i>) <i>crassatina</i> LAMK. |
| — (<i>Hemipleurotoma</i>) Du Chasteli NYST. | <i>Trochus (Elenchus) rhenanus</i> MÉRIAN. |
| <i>Pleurotoma (Hemipleurotoma) Sandbergeri</i> DESH. (<i>P. Selysi</i> de K.). | <i>Calyptra striatella</i> NYST. |
| <i>Fusus (Streptochaetus) elongatus</i> NYST. | <i>Rissoia Michaudi</i> NYST. |
| <i>Fusus (Streptochaetus) Konincki</i> NYST. | <i>Corbula (Agina) subpisum</i> D'ORB. |
| <i>Fusus (Streptochaetus) Waeli</i> NYST. | <i>Cyprina rotundata</i> AL. BRAUN |
| <i>Murex (Favartia) Deshayesi</i> NYST. | <i>Cytherea incrassata</i> SOW. |
| — <i>Pauwelsi</i> DE KON. | — <i>splendida</i> MÉRIAN. |
| <i>Typhis Schlothemi</i> BEYR. | <i>Cardium scobinula</i> MÉRIAN. |
| <i>Lampusia flandrica</i> DE KON. (<i>Triton</i>). | — <i>cingulatum</i> GOLD. |
| <i>Cassidaria Frissoni</i> LAVILLE. (<i>C. nodosa</i> auct. non SOL.). | <i>Lucina (Jagonia) squamosa</i> LAMK. |
| <i>Cerithium dissitum</i> DESH. (<i>Hemicerithium</i>). | <i>Cardita Omaliusi</i> NYST. |
| <i>Tympanotomus trochlearis</i> LAMK. sp. (<i>Cerithium</i>). | <i>Pectunculus obovatus</i> LAMK. |
| | — <i>angusticostatus</i> LAMK. (<i>P. obliteratus</i> DESH.). |
| | <i>Arca Sandbergeri</i> DESH. |
| | <i>Pecten pictus</i> GOLD. |
| | — <i>Hœninghausi</i> DEF. |
| | <i>Ostrea cyathula</i> LAMK. |
| | — <i>callifera</i> LAMK. |

Cette liste complète celle de Weinheim qui est sur le même horizon, elle s'enrichirait beaucoup si nous y avions fait figurer les espèces découvertes dans les îlots tertiaires du Hardtwald comme à Waldblockheim, région que nous n'avons pas visitée, mais qui est très riche au point de vue paléontologique.

Cette faune est tout à fait la même que celle de Klein-Spauwen et de Boom en Belgique, que celle de Jeur et Morigny dans le bassin de Paris et que celle de Bressancourt, Courgenay, etc., du Jura bernois, de la Haute-Alsace, de Bade et des environs de Bâle, c'est une faune d'une admirable netteté et aujourd'hui l'un des meilleurs horizons marins du Tertiaire (Oligocène moyen) sur lequel il n'y a plus guère à discuter.

Au point de vue de la géologie générale, il faut mentionner encore que M. Grebe, en 1889 (*Jahrb. geol. Land.*), a suivi des dépôts graveleux importants appartenant aux sables d'Alzey sur les deux rives du Rhin au N. de Bingen, sur les quartzites du Bingerwald

et jusqu'à Lahnstein, bien au-dessus de l'altitude des graviers des terrasses du Pléistocène ancien et prenant la direction du Westwald.

En montant au Nord du Bassin, on retrouve le Stampien sous la forme d'argile à *Leda*, dans une immense carrière, à Flörsheim sur la rive droite du Main, à 8 km. à l'Est de Kastel-Mayence.

VIII. Coupe à Flörsheim.

Grande carrière exploitée pour fabriquer du ciment.

	Diluvium graveleux, terrasse moyenne.....	4,00
STAMPIEN.	{ Argile gris foncé, bleuâtre, compacte, mal stratifiée,	
	{ avec gros nodules (<i>Septaria</i>), fossiles variés....	12,00

L'exploitation s'arrête à un niveau d'eau, à la côte 91 m. qui est en équilibre avec la rivière voisine du Main. Le plateau est à 122 m., les couches paraissent horizontales, elles sont surmontées en arrière par les couches à Cyrènes, elles sont séparées à l'Ouest par une faille verticale considérable du calcaire à Cérithes qui est au même niveau et horizontal à moins de 400 m. de distance. On trouve : *Leda Deshayesi*, *Lucina tenuistriata*, *Nucula Du Chasteli*, ossements de Poissons, d'*Halitherium Schinzi*; certains lits qui paraissent sableux sont formés d'un amas de Foraminifères qui ont été décrits principalement par Reuss, Alc. d'Orbigny, Bornemann; l'épaisseur est ici de 65 m. Les argiles à *Leda* s'avancent ensuite au Nord vers Francfort. Quelques localités, comme Eltville sur la rive droite du Rhin, ont fourni des débris végétaux; à Wiesbaden les argiles ont été atteintes à 228 m. de profondeur; à Vilbel une contre faille du Taunus ramène de la profondeur l'argile à *Leda*, reposant sur le Permien, avec énormes *Ostrea callifera*.

À l'Est de Francfort sur les feuilles de Hanau, de Windecken et de Staden, il existe encore des filots tertiaires argileux ou sableux subhorizontaux pincés entre le grès permien et le basalte, appartenant toujours à l'Oligocène moyen; les argiles ont fourni des Foraminifères, et les sables plus ou moins graveleux ou calcareux des *Ostrea callifera*¹ ou des *Cerithium plicatum*.

1. 1819, *Ostrea callifera* LAMK. (*O. hippopus* Lk. pars 1806).

1850, *O. Collini* MÉRIAN in A. BRAUN. Darstellung Mainzer Tertiarbeckens, 2^e Auflage F. Walchner's Geognosie, p. 36.

1862, *O. callifera* LAMK. DESHAYES. Animaux sans vertèbres du Bassin Paris, II, p. 110.

1864, *O. callifera* Lk. F. SANDBERGER, Die Conchylien des Mainzer Tertiarbeckens p. 377, pl. xxxiv, fig. 6; pl. xxxv, fig. 1.

1891, *O. callifera* Lk. COSSMANN. Révision sommaire faune oligocène marine Étampes. *J. conchyl.* xxxi, p. 46.

1884, *O. callifera* Lk. VON KOENEN. Die bivalven der Casseler. Tertiar-Bildun-

En Wettérvie l'argile à *Leda* est surmontée par des bancs épais de lignites; elle disparaît sous les basaltes du Vogel Gebirge mais nous la retrouverons aux environs de Kassel et de Marbourg.

MARNES D'OFFENBACH A *CYRENA CONVEXA*

Les Marnes à Cyrènes du bassin de Mayence (Cyrenen Mergel) succèdent normalement à l'argile à *Leda*, et l'horizon séparatif est très difficile à fixer; c'est bien la suite de la même assise, car les éléments saumâtres apparaissent peu à peu cédant la place eux-mêmes à des dépôts purement lacustres et ligniteux. Non seulement cette partie terminale est bien marquée par ces dépôts modifiés, mais on y observe finalement un ravinement important qui me paraît destiné à jouer un rôle de premier ordre dans la classification.

Les géologues locaux, MM. H.C. Weinkauff, Grooss, Boettger¹, Lepsius, etc., ont fait de grands efforts pour subdiviser la masse, souvent fort épaisse, des couches à Cyrènes, ils ne sont pas entièrement d'accord, car beaucoup de leurs subdivisions sont purement locales; en gros, on peut dire que les couches à Cyrènes débutent par des marnes sableuses marines dont la faune est celle des sables de Weinheim, elles se poursuivent par des marnes saumâtres à Cérithes, des marnes à Cyrènes, et finalement se terminent en quelques points par des marnes calcareuses lacustres à *Limnæa fabula*. Voici quelques coupes que nous avons examinées en avançant du Sud vers le Nord du Bassin.

IX. Coupe à Rossloch

Entre Alzey et Erbes-Büdesheim. Alt. 280 m.

	Terre végétale.....	1,00
STAMPIEN. (Marnes à Cyrènes)	3 Argile marneuse verdâtre (avec une bande de rognons de carbonate de chaux à la base).....	1,40
	2 Calcaire blanchâtre (local) pétri de <i>Cerithium plicatum</i> , <i>Tympanotomus margaritaceus</i> , etc.....	0,90
	1 Argile verdâtre avec nombreux fossiles, <i>Cyrena convexa</i> , <i>Cerith. plicatum</i> , <i>Tymp. margaritaceus</i> .	2,00

gen (O. Speyer) pl. 25, fig. 4-6; pl. 23, fig. 9-10; pl. 24, fig. 11; pl. 26, fig. 1. Nieder-Kaufungen, Ahnegraben.

Appartient au groupe des *Gigantostrea* SACCO, 1897.

1. O. BOETTGER. Ueber die Gliederung der Cyrenen Mergelgruppe im Mainzer Becken. *Bericht Senckenb. Natur-Gesell.*, 55 p. Francfort, 1875.

Toutes les couches plongent de 5 à 8° au NE.

Entre Volxheim et Hackenheim, dans les vignes, à quelques kilomètres au SE. de Kreuznach, on voit au-dessus des sables marins d'Alzey une argile verte un peu marneuse très fossilifère, sans que le faciès de l'argile à *Leda* s'intercale visiblement entre ces assises.

Nous y avons recueilli les espèces suivantes :

Faune des Marnes à Cyrènes d'Hackenheim.

- Tympanotomus margaritaceus* BROCCHI sp. (*Muricites*).
 — *conjunctus* DESHAYES (*Cerithium*).
Cerithium (Pirenella) plicatum BRUG. var. *Galeotti* NYST.
 — — — — var. *papillosum* SANDB.
Potamides Lamarcki BRONG. nomb. var.
Neritina alcodus SANDB.
Stenothyra pupa NYST. (*Paludina*).
Bithinella helicella A. BRAUN (*Littorinella*).
Cyrena convexa BRONGNIART (*C. semistriata* DESH¹).
Corbulomya crassa SANDB.
Poronia (?) rosea SANDB. (Genre douteux).

Tout à fait au sommet du coteau M. Boettger signale : *Limnæa fabula* BRONG., *Hydrobia elongata* FAUJ., *H. aquitanica* C. MAYER, *Amnicola glaberrima* BOETTGER.

Les Marnes à Cyrènes présentent toute une série d'affleurements sur la rive droite de la vallée de la Wies, affluent de la Nahe : Sulzheim, Saint-Johann, Horweiler, parallèlement aux affleurements des sables marins d'Alzey; elles présentent un très grand développement dans la vallée de la Selz, petit affluent gauche du Rhin; on peut en voir des affleurements à Selzen, Sorgenloch, Nieder-Olm, Stadeken, Elsheim; dans ces deux dernières localités on trouve intercalés des sables jaunes micacés fortement inclinés au NW. et puissants de 20 m. au moins, avec toute une faune marine; quelques bancs gréseux renferment des empreintes de feuilles (*Cinnamomum*). Il y a encore les localités de Sauer-Schwabenheim, Gr. Winterheim, Ober Ingelheim.

A la station de Nieder-Ingelheim une très grande et importante carrière nous a donné la succession suivante :

1. Il me paraît indispensable de restituer à cette espèce le nom plus ancien de Brongniart comme nous avons fait dans le bassin de Paris, car il ne paraît plus rester aucun doute que ce ne soit bien le *Cytherea convexa* BRONGI., 1822. Descrip. géol. env. Paris.

X. Coupe à Nieder-Ingelheim. Pl. VIII, fig. 2.

Station entre Bingen et Mayence, rive gauche du Rhin. Altitude : environ 100 m.

	5 Terre végétale.....	0,30	
DILUVIUM.	4 Sable graveleux très mélangé (Terrasse de Mosbach).....	1,20	
STAMPIEN (Marnes à Cyrènes).	{	3 Argile marneuse verte.....	1,20
		2 Couche de lignite brunâtre.....	0,80
		1 Argile marneuse grise et verte stratifiée, fossiles épars, visible sur.....	10,00

Les couches du calcaire à *Cerithium* (calcaire de Hochheim) sont visibles au-dessus, dans le coteau, à Ober Ingelheim vers 180 m. d'altitude, ravinées à l'altitude 220 par les sables d'Eppelsheim.

J'ai trouvé dans les marnes vertes à Ingelheim :

<i>Tympanotomus margaritaceus</i> BROUCHI.	<i>Hydrobia elongata</i> FAUJAS sp.
<i>Cerithium plicatum</i> BRUG.	<i>Bithinella helicella</i> A. BRAUN.
<i>Potamides Lamarcki</i> BRONGT.	<i>Cyrena convexa</i> BRONGT. sp.

Un petit banc de marne calcaire blanche intercalé dans la couche ligniteuse m'a donné :

<i>Limnea inflata</i> BRONGT.	<i>Ancylus Senckenbergi</i> BOETTGER.
<i>Planorbis</i> , 2 esp., peu détermin., écrasées.	

Mais c'est surtout à Lörzweiler, à 5 km. au N. d'Oppenheim sur le Rhin, que les coquilles fluviatiles et terrestres sont courantes ; dans les Marnes à Cyrènes, avec empreintes végétales, on cite : *Patula multicostata*, *Archæozonites subverticillus*, *Helix Sandbergeri*, *Pupà lamellidens* et beaucoup d'autres espèces décrites par M. Boettger ; la plupart de ces formes passent dans les couches à Cérithes de Hochheim et c'est certainement la considération de la présence de ces espèces qui a conduit MM. Lepsius et von Kœnen à distraire les couches à Cyrènes des argiles à *Leda* pour les classer avec les couches de Hochheim, mais la faune marine qui les accompagne est si bien celle des sables d'Alzey, la succession des lits est si insensible, le ravinement terminal, au contraire, est si bien marqué, que, tout bien considéré, nous réunissons comme M. Steuer et M. Mordziol les couches à Cyrènes au véritable Stampien, admettant sans difficulté des affinités entre l'Oligocène moyen et l'Oligocène supérieur, étages différents d'une même période.

Les Marnes à Cyrènes continuent à plonger vers le Nord et à Weisenau, près de Mayence, on les retrouve à la base des grandes carrières du calcaire à Cérithes.

XI. Coupe à Weisenau Carrière du Sud.

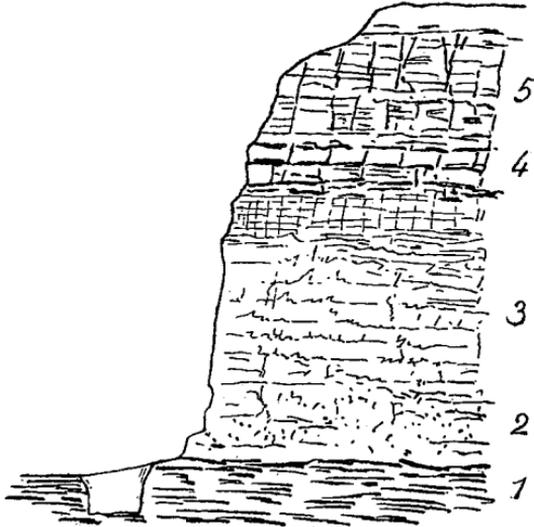


FIG. 2. — Coupe à WEISENAU.

KASSELN	Calcaire à Cérithes.	5 Calcaire mal stratifié à <i>Corbicula Faujasi</i>	8,00
		4 Calcaire jaune, dur, en bancs continus, <i>Cerith. plicatum</i> , quelques <i>Helix</i>	2,00
		3 Calcaire jaunâtre, tendre, très irrégulier, tuffacé, Cérithes	11,00
		2 Calcaire blanchâtre, mal stratifié, avec quelques lits marins à Foraminifères	2,50
		1	

STAMPIEN. Marnes à Cyrènes. 1 Marne argileuse verte, assez bien stratifiée; faune saumâtre à *Cyrena convexa*. 1,80

La ligne de jonction entre la marne verte (n° 1) et le calcaire blanchâtre tuffacé (n° 2) est extrêmement nette, c'est un changement absolu de régime, une limite stratigraphique très évidente que nous verrons se transformer en un ravinement à Offenbach.

Les Marnes à Cyrènes se poursuivent au Nord sur la rive droite du Main, au bas du coteau à Hochheim, elles ont été rencontrées dans le forage de Wiesbaden et se montrent en affleurements clairsemés, masqués par un puissant Diluvium, jusqu'à Francfort; au delà du faubourg de la rive gauche du Main nommé Sachsenhausen, on observe la coupe suivante, à Offenbach.

XII. Coupe à Offenbach

Carrière à Tempelseemühle, plaine à l'altitude de 115 m.

	P Sables graveleux irréguliers.	
KASSÉLIEN (Calcaire à Cérithes)	{ 4 Calcaire jaune, tendre, oolithique, avec <i>Cerith. plicatum</i> , lits de Foraminifères. Cailloux de quartz laiteux à la base.	3,00
	{ 3 Gros sable gris graveleux ; ravinement.	0,50
STAMPIÉN (Marnes à Cyrènes)	{ 2 Argile stratifiée brune.	0,20
	{ 1 Argile vert clair, cassante, cristaux de gypse, poupées calcaires.	5,00

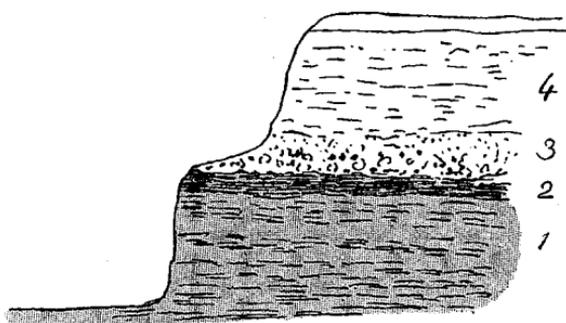


FIG. 3. — Coupe à OFFENBACH.

Cette carrière est très remarquable, elle montre qu'il existe un ravinement entre les Marnes à Cyrènes et le calcaire à Cérithes qui vient au-dessus et qui est ici franchement marin à sa base. Ce ravinement qui ne fait que s'accroître en s'avancant vers l'Est est le principal accident stratigraphique de la série tertiaire du bassin de Mayence, et il nous paraît devoir former la limite entre l'Oligocène moyen et l'Oligocène supérieur.

Toutela grande plaine de Francfort cache sous une grande uniformité des accidents tectoniques importants ; des forages ont montré que les couches n'étaient pas seulement plissées comme on pensait autrefois, mais qu'elles étaient aussi franchement failées.

Ainsi, sous les pavés, à Francfort, on trouve l'argile rupélienne sur une épaisseur de 105 à 115 mètres en contact direct sur le mélaphyre et les grès du Permien, avec une eau minérale sodique trèsriche, tandis que c'est le banc de calcaire à Cérithes qu'on trouve au niveau du sol à 2 km. à l'Est ; l'amplitude de la dénivellation est de 200 m. au moins, c'est le prolongement de la faille de

Darmstadt en bordurè de l'Odenwald sur la rive droite du Rhin.

C'est à Seckbach, à 7 km. au NE. de Francfort, qu'ont été trouvés, dans les marnes à Cyrènes, les ossements d'*Hypopotamus seckenbachensis* décrit par M. Kinkelin, espèce qui passe dans le genre *Anthracotherium* pour M. Stehlin, de taille plus faible et probablement un peu plus ancien que l'*A. Cuvieri*.

Plus au Nord dans les villages de Gross Karben et de Klein Karben nous allons voir le calcaire à Cérithes franchement marin, sableux et graveleux à la base, reposer sur les marnes à Cyrènes occupant le bas du coteau et le fond de la vallée. Les couches à Cyrènes sont finalement signalées par Ludwig à Friedberg et à Pfaffenhof jusqu'à la région basaltique; des forages les ont révélées aux environs de Windecken et de Hanau et on constate d'importantes couches de lignite à leur sommet. Voici les subdivisions d'ordre local proposées dans la masse de 50 à 60 m. que forment les Marnes à Cyrènes.

Marnes à Cyrènes d'Offen- bach. STAMPIEN	}	5 Marnes à coquilles d'eau douce de Pastenheim et lignites de Wetteravie.
		4 Argile verdâtre à <i>Cyrena convexa</i> , <i>C. plicatum</i> franchement saumâtre.
		3 Argile verte marneuse à <i>Isogonum Sandbergeri</i> et <i>C. plicatum</i> var. <i>papillosum</i> .
		2 Marne sableuse à <i>Chenopus tridactylus</i> (rare).
		1 Marne sableuse et sables d'Elsheim à <i>Corbulomya Nysti</i> , <i>Pectunculus obovatus</i> , <i>Ostrea cyathula</i> .

Nous empruntons à M. Boettger une liste¹ succincte des principales espèces de l'horizon à *Chenopus* (*Chenopussand*) pour montrer sa liaison intime avec les Sables d'Alzey et même l'impossibilité de leur attribuer une classification différente.

Borsonia decussata BEYR.

Fusus elongatus NYST.

Typhis cuniculosus NYST.

Lampusia flandrica DE KON.

Cassidaria Frissoni LAVILLE.

Gominella cassidaria A. BRAUN. (*Buccinum Gossardi* var. ?).

Natica achatensis RECLUZ.

Trochus rhenanus MERIAN.

Rissoa Michaudi NYST.

Corbula Henckeliusi NYST.

Tellina Nysti DESH.

Cytherea incrassata SOW.

Cytherea splendida MÉRIAN.

Cyprina rotundata AL. BR.

Isocardia substransversa D'ORB.

Cardium cingulatum GOLDF.

— *scobinula* MÉRIAN.

Lucina (Divaricella) undulata LAMK.

Leda gracilis DESH.

Pectunculus obovatus LAMK.

Avicula stampensis DESH.

Ostrea callifera LAMK (var. *major*).

— *cyathula* LAMK.

Pecten pictus GOLDF.

1. BOETTGER. Ueber die Gliederung der Cyrenen Mergel gruppe im Mainzer-Bekken. Frankfurt, 1875, p. 55.

M. Carl Koch¹ signale en outre dans les Cyrenen Mergel de la feuille d'Eltville les espèces suivantes qui montrent bien l'union de toutes ces assises.

<i>Cerithium plicatum</i> var. GALEOTTI.	<i>Sphaenia papyracea</i> SANDB.
<i>Potamides Lamarcki</i> BRONG.	<i>Poronia rosea</i> SANDB.
<i>Tympanotomus margaritaceus</i> Brocc.	<i>Cyrena subarata</i> BRONN.
<i>Cerithium abbreviatum</i> AL. BR.	<i>Isogonum Sandbergeri</i> DESH. (<i>Perna</i>)
	<i>Lithodomus delicatulus</i> DESH.

OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR (ÉTAGE KASSELIN)

CALCAIRE DE FLÖRSHEIM A *CERITHIUM PLICATUM* ET *HELIX RAMONDI*.
(= Cerithien Kalk = Landschneken Kalk) = Hochheim Kalk.

Le calcaire à Cérithes du bassin de Mayence est facile à étudier, car il est l'objet d'une grande exploitation industrielle pour la production des ciments.

Au Sud, il couronne les hauteurs aux environs d'Alzey, ainsi que les collines de Wörrstadt, d'Hilbersheim, mais son épaisseur est réduite, il plonge au NE. comme toutes les autres couches, il prend une puissance notable en s'approchant de Mayence; il s'étend longuement sous la plaine, entre Mayence et Francfort, et pénètre en Wettérvie où il devient franchement marin et passe latéralement aux sables de Kassel, couvert par les basaltes.

Il paraît reposer normalement au Sud sur les couches à *Cyrena convexa*, mais ce contact devient graveleux près de Hochheim, et en montant au N., à Offenbach et à Gross Karben, se transforme en un ravinement puissant qui détermine son isolement de l'assise précédente.

Au sommet le calcaire à Cérithes devient de plus en plus saumâtre et il passe à une marne calcaire à Corbicules par une transition stratigraphique insensible, la séparation n'étant marquée que par l'apparition et la disparition de certains Mollusques, question que nous étudierons plus loin avec détails.

XIII. — Coupe à Weisenau. Pl. IX, fig. 3.

Vaste carrière exploitée par la Société des Ciments, genre Portland, de Mannheim, rive gauche du Rhin, à 2 km. au SE. de Mayence.

Terre végétale et limon brunâtre.....	0,20
10 Limon — Loess calcaire.....	1,50
(Anciennes fouilles avec poteries romaines)	

1. *Erläuterungen zur Geol. Spezialkarte von Preussen*. Feuille 67, n° 59, p. 31. Berlin, 1880.

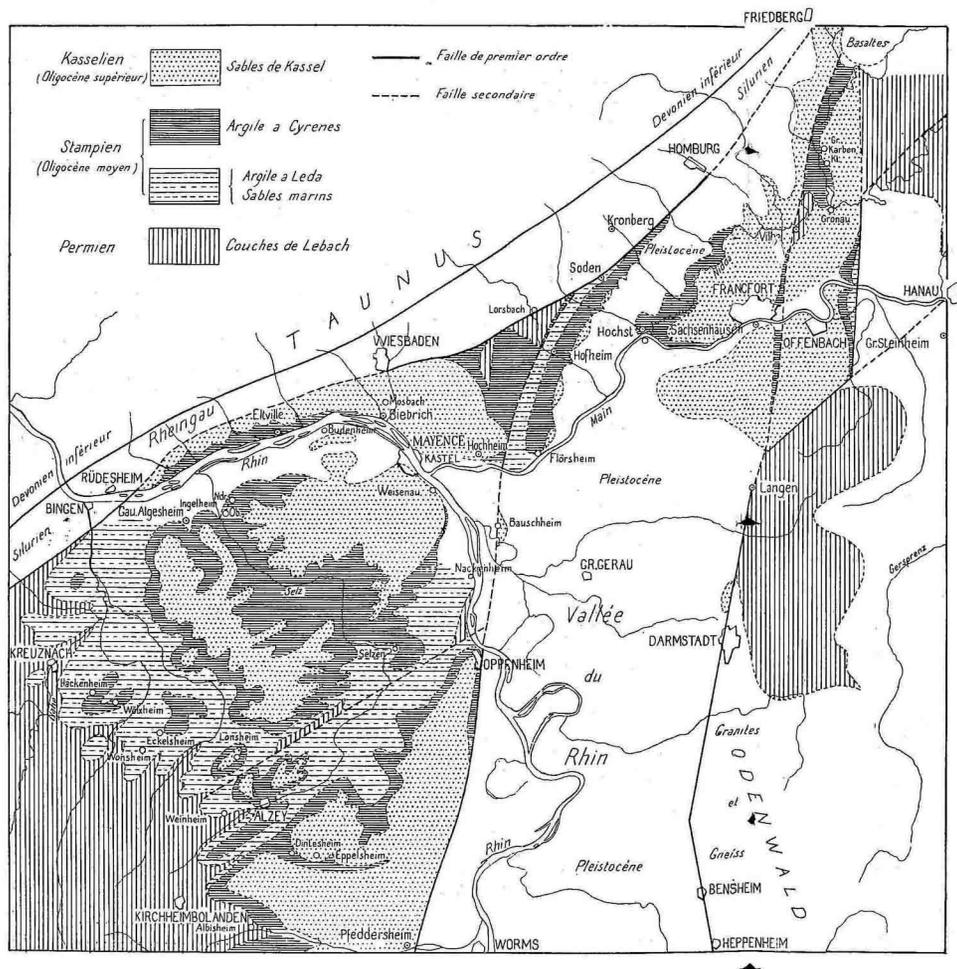


FIG. 4. — Carte géologique-schématique du BASSIN DE MAYENCE. — 1/500 000.

PLÉISTOCÈNE		9 Gravier rhénans diversement calibrés et très variés — Ancienne terrasse, ravinement intense; Épaisseur variable.	0,40
KASSELIEN	Calcaire à Corbicules.	8 Calcaire jaune, tendre avec profusion d' <i>H. inflata</i> ; quelques bancs durcis avec <i>Corbicula Faujasi</i> ; quelques lits marneux, gris, non continus.	10,00
		7 Banc calcaire pétri de Corbicules.	0,30
KASSELIEN	Calcaire à Cérithes.	6 Calcaire tuffacé blanc, grumeleux, tendre, mal stratifié — <i>Cerith. plicatum</i>	9,00
		5 Calcaire massif, plus solide, grumeleux avec filets argileux discontinus. Banc principal.	4,00
		4 Calcaire gris sableux à Cérithes.	3,20
		3 Calcaire marneux stratifié.	0,60
		2 Marne grise et verte à <i>C. plicatum</i>	0,30
		1 Calcaire jaune et bleu sans stratification. Un sondage de 13 m., fait au fond de la fouille, n'est pas sorti du calcaire à Cérithes. Hauteurtotale.	44 m.

Entre le calcaire à Cérithes et le calcaire à Corbicules le passage est continu; il y a seulement l'apparition du *Corbicula Faujasi* et de *Hydrobia inflata* en grande abondance. Le calcaire à Cérithes est un calcaire très pur, tuffacé, sans solidité, sans stratification précise; il se présente plutôt comme une précipitation chimique que comme un sédiment aqueux. Les couches plongent de quelques degrés au N. seulement; cette pente suffit cependant pour que dans la carrière située au Sud, à 1500 m. environ, on puisse constater à la base l'apparition des couches à Cyrenes dont nous avons donné précédemment la coupe XI.

Les fossiles marins sont encore assez nombreux à la base, en paquets très irréguliers; parfois il y a des lits de *Isogonum Sandbergeri*, de *Mytilus*, *Modiola*, d'autres fois ce sont de petits nids de coquilles terrestres (*Helix*, *Pupa*) qui sont évidemment des apports flottés d'un affluent fluvial voisin.

Il y a encore des blocs agglutinés de tubes de *Phryganes* et des tablettes couvertes de *Cypris faba* qui offrent une grande analogie avec les couches du

calcaire de la Limagne. On a trouvé à Weisenau des ossements d'*Anthracotherium minus* et de quelques autres Vertébrés dont la revision serait fort utile. On trouvera des coupes très détaillées dans Ludwig (1865) et dans Lepsius, mais la succession des bancs est purement locale et toutes ces coupes ne sont guère comparables d'une année à l'autre.

Dans la localité célèbre de Hochheim, à 5 km. à l'Est de Kastel-Mayence, on ne voit plus grand chose, les carrières sont abandonnées et il faut chercher beaucoup pour trouver peu, mais à Flörsheim, à 2 km. plus à l'Est, de vastes exploitations donnent une coupé complète et des fossiles en abondance.

XIV. — Coupe à Flörsheim.

Carrière exploitée par la maison Dyckenhoff et Sohn de Falkenberg.

PLÉISTOCÈNE :	Graviers grossiers, très altérés, terrasse moyenne..	1,20
KASSELIEN	7 Calcaire jaunâtre, grenu, tendre, à <i>C. plicatum</i>	3,00
	6 Alternance de calcaire tendre et de bancs plus fermes, débris menus.....	2,60
Calcaire à Cérithes	5 Calcaire très tendre, mal stratifié à <i>Cerith. plicatum</i> , <i>Neritina</i> , Algues calcaires.....	1,00
	4 Calcaire pétri de <i>Isogonum Sandbergeri</i>	0,40
	3 Calcaire jaune, grenu, avec paquets de coquilles terrestres (<i>Helix, Pupa, Pomatia</i>) <i>Helix Ramondi</i> abondant.....	3,20
	2 Délit ligniteux noir.....	0,10
	1 Calcaire blanchâtre tendre, un peu marneux.....	2,60

La formation se continue au-dessus sur une forte épaisseur, la vallée est à 91 m., le plateau à 126 m., les couches sont sensiblement horizontales ; une grande faille dont nous avons déjà parlé est observable à peu de distance à l'Est, elle amène en contact les argiles bleues à *Leda*. Un forage, à Hochheim même, a trouvé sous le calcaire à Cérithes, les couches à Cyrènes sur 100 m. d'épaisseur, au-dessous le Rupelthon sur 200 m. et a atteint finalement le grès permien vers la cote — 250, au contact duquel on a obtenu une eau chaude, très minéralisée, très voisine de l'eau de Wiesbaden. Dans une carrière sur la route de Wicken, un peu au Nord, la base du calcaire à Cérithes a été autrefois observée par M. C. Koch avec un gros conglomérat de cailloux de quartz.

Si, continuant vers le Nord, nous examinons les environs de

Francfort, les terrasses d'Offenbach nous offrent de grandes exploitations dans lesquelles nous avons pu voir le contact inférieur du calcaire à Cérithes (coupe XII) sur les marnes à Cyrènes, et son contact supérieur (coupe XV) avec sa couverture de calcaire à Corbicules.

Pénétrant en Wettérvie, le calcaire à Cérithes a été atteint par de nombreux forages aux environs de Windecken (A. von Reinach). Et un peu au N. une coupe très importante, classique, est visible au village de Gross Karben. Les fouilles sont situées sur le côté gauche de la vallée, vallée bien trop large pour le faible cours d'eau qui la parcourt aujourd'hui.

XV. — Coupe à Gross Karben.

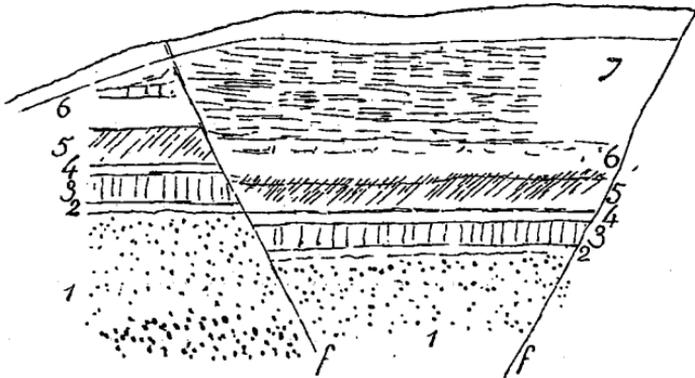


FIG. 55. — Coupe à GROSS KARBEN.

	Terre végétale.....	0,40
Calcaire à Cérithes.	7 Calcaire jaunâtre, grenu avec quelques grains de quartz blanc, lits avec nombreux <i>Isogonum Sandbergeri</i> et <i>Cerithium plicatum</i>	3,00
	6 Marne blanche pure.....	0,50
	5 Calcaire blanchâtre, un peu marneux, à fentes verticales, <i>Potamides Lamarcki</i> , <i>Helix</i>	1,10
	4 Banc de calcaire dur.....	0,10
	3 Lit d'argile verte.....	0,20
	2 Banc de calcaire dur.....	0,08
	1 Sable graveleux blanchâtre lié aux couches précédentes, <i>C. plicatum</i> , <i>Neritina</i> , visible sur.....	3,50

Dans le bas de la coupe, le calcaire à Cérithes devient un sable à Cérithes, les marnes à *Cyrena convexa* sont visibles à quelque distance en contrebas et un forage profond à Gross Karben étudié par M. Steuer, en 1908, a montré le sable à Cérithes fossilifère sur cent mètres d'épaisseur reposant sur des couches ligniteuses

qui n'ont pas été percées. Toutes les couches sont faiblement inclinées vers le Nord. Une petite faille oblique vient déniveler de quelques mètres la section tout entière¹.

Une très bonne coupe de Klein Karben a été donnée par Ludwig dès 1855 avec une liste étendue de fossiles (*Geol. special Kart. Grossherzogthum Hessen, sect. Friedberg, p. 22, 25*).

La faune est bien celle du calcaire à Cérithes, mais avec quelques éléments marins plus abondants, elle prépare le faciès purement sableux des sables marins de Kassel.

Une seconde carrière montre en abondance *Tympanotomus submargaritaceus* et *T. conjunctus*, *Cytherea incrassata*. Ludwig a trouvé : *Helix deflexa*, *H. pulchella* et il a suivi la formation au N. jusqu'à Friedberg où elle se cache sous les basaltes ainsi qu'à Assenheim, Hombourg et même Munzenberg sur la route de Geissen.

Faune du Calcaire de Flörsheim

(Cerithien Kalk, Landschneckenkalk)².

Colonne 1	Espèces communes avec les couches à Cyrènes....	A
— 2	— — — les couches à Corbicules....	C
— 3	— — — — à Hydrobies.....	W
— 4	Espèces signalées dans le calcaire d'Étampes, Kasselien.....	E
— 5	Espèces signalées dans le calcaire de Pithiviers, Aquitaniens (vrai).....	P
— 6	Espèces signalées dans le calcaire blanc de l'Agenais, Kasselien.....	B
— 7	Espèces signalées dans le calcaire gris de l'Agenais, Aquitaniens (type).....	G

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Glandina cancellata</i> SANDB. cf. <i>G. inflata</i> R, <i>L. cretacea</i> THOMÆ?....	.	C	W	.	.	B	.
<i>G. (Oleacina) subsulcosa</i> TH. sp. cf. <i>G. rugulosa</i> SBG. M. B. Pl. v., fig. 3.....	.	C		.	.	.	.
<i>G. (Oleacina) Sandbergi</i> THOM.							

1. A. STEUER. Bericht über die. Excursion nach den Aufschlüssen in Tertiaer von Gross und Klein Karben und Offenbach. *Bericht des Oberreinhischen Geol. Vereins*, mit profil. Stuttgart, 1904.

2. Nous avons groupé en une seule liste toute la faune malacologique du calcaire à Cérithes en une revision soigneuse, sans tenir compte des espèces non figurées, de celles fondées sur des échantillons uniques, ou de gisement stratigraphique douteux, et dans deux colonnes nous avons fait figurer les espèces communes aux couches à Corbicules et aux calcaires à Hydrobies afin d'en montrer les rapports étroits.

	1	2	3	4	5	6	7
THOMÆ (<i>Achatina</i>). Pl. III, fig. 11.	.	.	.	E	.	.	.
<i>Vitrina puncticulata</i> Sbg. L. u. S.
Pl. XXII, fig. 11.....
<i>Archaeozonites verticilloides</i> A. Bra.
<i>Z. subverticillus</i> Sbg. Pl. I, fig. 6-7.	A	C	W	.	.	B	.
<i>A. Haidingeri</i> Reuss. (<i>Helix</i>). L. u. S.
Pl. XXIV, fig. 26, incl. <i>sempianus</i> ?	G?
<i>Nanina stenotrypa</i> A. B. (<i>Helix</i>). L.
u. S. Pl. XXIII, fig. 22.....	G
<i>Omphalosagda Goldfussi</i> Th. sp.
(<i>Helix</i>). L. u. S. Pl. XXIII, fig. 21.
<i>Hyalinia deplanata</i> Th. sp. (<i>Helix</i>).
Sbg. M. Pl. II, fig. 3.....	.	C	W	.	.	.	.
<i>H. impressa</i> Sandbg. L. Pl. XXIII,
fig. 23. La même que précédente ?.
<i>Trochomorpha imbricata</i> A. B. (<i>He-</i>	B	.
<i>lix</i>). L. u. S. Pl. XXIII, fig. 20....
<i>Strobilus diptyx</i> Boettger. L. u. S.
Pl. XXIII, fig. 25.....
<i>H. uniplicatus</i> A. B. (<i>Helix</i>). Sandb.
Pl. III, fig. 7.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Patula multicostrata</i> Th. (<i>Helix</i>).
Sandbg. Pl. II, fig. 9.....	A	.	W	E	.	.	.
<i>P. nana</i> A. B. (<i>Helix</i>) Sandb. L. u.
S. Pl. XXII, fig. 14.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>P. disculus</i> A. B. (<i>Helix</i>). L. u. S.
Pl. XXII, fig. 11.....
<i>P. euglypha</i> Reuss (<i>Helix</i>). L. u. S.
Pl. XXIX, fig. 3.....	P	.	.
<i>P?</i> <i>paludinæformis</i> A. B. (<i>Helix</i>) L.
u. S. Pl. XXII, fig. 13.....	A	.	.	.	.	.	.
<i>Helix (Gonostoma) osculum</i> Th. [<i>H.</i>
<i>Dometi</i> Denain.] et var. <i>Jungi</i>
Boett. Pl. XXII, fig. 18.....	.	C	W	E	.	.	.
<i>H. (Gonostoma) involuta</i> Th. L. u. S.
Pl. XXII, fig. 17.....	.	C	W	.	P	.	G
<i>H. (Gonostoma) phacodes</i> Th. L. u.
S. Pl. XX, fig. 19.....	.	.	W	.	.	.	G
<i>H. (Gonostoma) sublenticula</i> Sbg. <i>H.</i>
<i>lapicidella</i> Th. L. Pl. XXII, fig. 20..
<i>H. (Vallonia) Sandbergeri</i> Desh. <i>H.</i>
[<i>lepida</i> Reuss]? <i>H. pulchella</i> A
B. non Mull. Pl. III, fig. 6.....	.	C	W	E	.	.	G
<i>H. (Fruticicola) leptoloma</i> A. B. [<i>H.</i>
<i>crebripuncta</i> Sbg.] <i>H. similis</i> Th.
non Ad. Pl. II, fig. 6 [<i>H. Bartayresi</i>
NOULET 1854?].	.	C	W	.	.	B	.
<i>H. (Fruticicola) villosa</i> Th. Sandb.
M. B. Pl. II, fig. 4 [<i>H. Lemani</i> Brong.
1840?].	.	.	W	E	.	.	.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>H. (Fruticicola) lepidotricha</i> A. B. SAND. L. u. Suss. Pl. xxii, fig. 21..	B	.
<i>H. (Coryda) subsulcosa</i> THOM. non
<i>H. rugulosa</i> , <i>H. colorata</i> var.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>H. (Macularia) deflexa</i> A. B., <i>H. alloiodes</i> THOM. Pl. II, fig. 4.....	.	C	W	.	.	.	.
<i>H. (Macularia) hortulana</i> TH., SANDB. Pl. xxii, fig. 25.....
<i>H. (Hemicyclus) densipapillata</i> SBG. Suppl. Pl. xxxv, fig. 4.....
<i>H. (Plebecula) Ramondi</i> BRG., L. u. S. Pl. xxi, fig. 12.....	.	.	.	E	.	B	.
<i>H. (Parachloraea) oxystoma</i> TH. L. u. S. Pl. xxii, fig. 26.....	B	.
<i>H. (Cyrtochilus) affinis</i> TH. v. <i>expansilabris</i> SBG. sp. disting. ?..	.	.	W	.	.	B	.
<i>H. (Galactochilus) pomiformis</i> A. B. cf. <i>H. Mattiaca</i> . Pl. xxiii, fig. 1..
<i>H. (Galactochilus) Mattiaca</i> STEIN. SANDB. Pl. III, fig. 2.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>H. (Geotrochus) Rathii</i> A. B., L. u. S. Pl. xxii, fig. 8.....
<i>H. (Xerophila) subconspurcata</i> SAND. L. u. S. p. 388.....
<i>Buliminus (Petræus) gracilis</i> T, Sb. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 2.....	.	.	.	E	.	.	.
<i>Cionella (Zua) lubricella</i> A. B. sp. SAND. M. Pl. v, fig. 5.....	.	C	W	E	.	.	.
<i>C. (Zua) splendens</i> SBG. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 3.....
<i>Pupa (Torquilla) subvariabilis</i> SANDBG. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 6.....
<i>P. (Charadrobia) cylindrella</i> A. B. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 7.....
<i>P. (Orcula) subconica</i> SBG. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 8.....
<i>P. (Negulus) lineolatus</i> BRAUN. [<i>P. suturalis</i>]. Pl. VI, fig. 1. SANDB. Bass. May. Pl. v, fig. 13.....	.	C	W	E	.	.	.
<i>P. (Leucochilus) lamellidens</i> SBG. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 14.....	A	.	.	.	.	.	.
<i>Pupilla impressa</i> SBG. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 10.....
<i>P. subtilissima</i> A. B. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 13.....
<i>P. quadrigranata</i> A. B., [<i>P. parvula</i> DESH.] SANDB. M. B. Pl. v, fig. 11.	.	C	W	E	.	.	.
<i>Pupa (Ithsmia) cryptodus</i> A. B. SAND. M. Suppl. Pl. xxxv, fig. 7...	.	C	W	.	.	.	.
<i>P. (Vertigo) callosa</i> REUSS cf. <i>P. alloedus</i> SBG. Pl. xxxv, fig. 10.....	.	C	W	.	.	B	G

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pupa (Vertigo) ovatula</i> SAND. L. u. S. p. 400	W	.	.	.	.
<i>P. (Vertigo) didymodus</i> A. B. [et var. <i>fissidens</i>] L. u. S. Pl. xxiii fig. 15.....	.	C	W	E	.	.	.
<i>P. (?) trigonostoma</i> A. B., L. u. S. Pl. xxiii, fig. 16.....
<i>P. (s. g. ?) tiarula</i> A. B., L. u. S. Pl. xxiii, fig. 17.....
<i>P. (s. g. ?) microhelix</i> SBG., L. u. S., Pl. xxiii, fig. 18.....
<i>Clausilia (Canalicia) articulata</i> SBG. L. u. S., Pl. xxiii, fig. 4.....
<i>C. (Laminifera) rhombostoma</i> BOTT., L. u. S. Pl. xxiii, fig. 5.....
<i>C. protacta</i> , <i>C. collarifera</i> , <i>C. Kochi</i> , <i>C. recticostata</i> BOETT. (Non figurées)
<i>Carychium nanum</i> SANDB. L. u. S. Pl. xxii, fig. 10	W	.	.	.	.
<i>Carychiopsis costulatus</i> SANDB. L. u. S. Pl. xxv, fig. 16
<i>Limnea Thomæi</i> REUSS. [<i>L. Boettgeri</i> DEGRANGE-TOUZIN] Pl. iv, fig. 4 cf. <i>pachygaster</i>	B	G
<i>L. fabulum</i> BRONG. et <i>L. fabula</i> DESH. A. S. V. Pl. 45, fig. 17-19..	A	.	.	E	.	.	.
<i>Planorbis cornu</i> BRONG. = <i>P. corniculum</i> THOMÆ.....	A	C	W	E	.	B	.
<i>P. (Segmentina) dealbatus</i> A. B., L. u. S. Pl. xxv, fig. 10.....	.	C	W	.	P	B	G
<i>P. (Segmentina) declivis</i> A. B., L. u. S. Pl. xxv, fig. 9.....	.	C	W	.	.	B	.
<i>Ancylus decussatus</i> REUSS, SANDB. L. u. S. Pl. xxiv, fig. 2.....
<i>Valvata gracilis</i> SANDB., L. u. S. Pl. xxii, fig. 8.....
<i>Moitessieria microceras</i> A. B., L. u. S. Pl. xxii, fig. 5.....
<i>Hydrobia elongata</i> FAUJAS, non <i>Turbo ventrosus</i> MONTAGU, nec <i>Cyclostoma acutum</i> DRAP.....	A	C	W	.	.	B	.
<i>H. obtusa</i> SAND. (<i>Litorinella</i>). Pl. vi, fig. 8.....	A	C	W	.	.	.	.
<i>H. aturensis</i> NOUL. DEGRANGE TOUZIN 1893, p. 56. SBG. p. 368.....	.	C	.	.	.	B	G
<i>Acicula limbata</i> REUSS. L. u. S. Pl. xxiii, fig. 26.....
<i>Megalostoma pupa</i> A. B. (<i>Cyclost.</i>) SAND. Pl. i, fig. 4.....	.	.	W	.	.	.	.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pomatia labellum</i> TH. (<i>Cyclost.</i>)							
L. u. S. Pl. XXIII, fig. 27.....	.	.	.	E	.	B	.
<i>Cyclostoma antiquum</i> BRONG. L. u.							
S. Pl. XXIV, fig. 28.....	.	.	.	.	.	.	G
<i>Strophostoma tricarinarum</i> A. B., L.							
u. S. Pl. XXIII, fig. 31.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Craspedopoma utriculus</i> SBG. L. u.							
S. Pl. XXIII, fig. 29.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stenothyra compressiuscula</i> A. B.							
<i>Nematura pupa</i> SAND. non NYST.	A	.	.	.	.	.	.
<i>S. elongata</i> LUDW., L. u. S. Pl. XXII,							
fig. 7.....	.	.	.	.	P	.	G
<i>Melania Escheri</i> BRONGT., SAND. Pl. VI,							
fig. 15.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>Littorina Maguntina</i> A. BR., SAND. Pl.							
x, fig. 13.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>L. tumida</i> BOETTGER cf. <i>L. loxos-</i>							
<i>toma</i> B.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>Neritina callifera</i> SAND., Pl. VII,							
fig. 12.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>N. squamulifera</i> SBG., L. u. S. Pl.							
XXII, fig. 4.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>N. pachyderma</i> SBG., SAND. Pl. VII,							
fig. 14 et 14 a.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>Nerita rhenana</i> THOMÆ, SANDB. Pl.							
VII, fig. 14 b et 14 c.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bulla (Roxania) declivis</i> A. B., SAND.							
M. B. Pl. XXXV Supp., fig. 30....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerithium plicatum-pustulatum</i> SAN-							
DB. Pl. IX, fig. 7.....	A	.	.	E	.	.	.
<i>C. plicatum-enodosum</i> SAND. M. B. Pl.							
IX, fig. 1.....	.	C	.	E	.	B	G
<i>C. plicatum-Galeotti</i> SAND. M. B. Pl.							
IX, fig. 2.....	.	C	.	E	.	B	G
<i>Tympanotomus (Potamides) submar-</i>							
<i>garitaceus</i> A. B., SAND. Pl. VIII, fig. 4.	A	.	.	E	.	.	.
<i>Clava Rathii</i> A. B. (<i>Cerithium</i>)							
[<i>C. Merceyi</i> COSSMANN]; SAND. Pl.	.	.	.	E	.	B	.
IX, fig. 10.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamides Lamarcki</i> BRONG., SAND.							
M. B. Pl. VIII, fig. 5.....	A	.	.	E	.	B	.
<i>P. (?) arcuatum</i> SBG., SAND. Pl.							
IX, fig. 11.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stenomphalus cancellatus</i> TH. sp., TH.							
(<i>Fusus</i>). Pl. IV, fig. 8 (non <i>Rapana</i>							
Coss.) Me paraît un bon sous-							
genre des <i>Purpura</i>.....	.	C	.	.	.	.	.
<i>Psammobia tenuis</i> DESH.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corbulomya sphenoides</i> SBG.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. elongata</i> SBG.....	.	.	.	E	.	.	.
<i>Cythera incrassata</i> Sow.....	A	.	.	E	.	B	.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Mytilus socialis</i> A. B.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>M. Faujasi</i> BRONGT.....	.	C	W	.	.	.	.
<i>Dreissensia Brardi</i> FAUJ. sp.....	.	C	W	.	.	.	.
<i>Modiola Brauni</i> C. et L. [<i>M. angusta</i> BRAUN non ROEMER].....	.	.	.	E	.	.	.
<i>Isogonum rugosa</i> LUDW. = <i>Perna</i> <i>Deshayesi</i> MAYER.....	.	.	.	E?	.	.	.
<i>I. Sandbergeri</i> DESH. = <i>Perna He-</i> <i>berti</i> COSSMANN et LAMBERT.....	A	.	.	E?	.	.	.
<i>Sphærium (Cyclas) pseudocornea</i> REUSS.....	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pisidium antiquum</i> A. B.....	.	.	.	.	.	.	.
Totaux : espèces.... 107 :	13	32	30	23	4	20	11

Le maximum d'affinités de cette faune malacologique est avec les couches à Corbicules et avec celles à Hydrobies, environ 30 0/0 ; avec le calcaire d'Étampes dans le bassin de Paris et avec le calcaire blanc de l'Agenais dans l'Aquitaine il y a encore environ 20 0/0 d'espèces communes.

En ce qui concerne les Vertébrés, les relations du calcaire de Flörsheim sont tout à fait intimes avec le calcaire de Saint-Gérard-le-Puy que nous classons dans l'Oligocène supérieur ou Kasselien. Une revision soignée faite par M. Max Schlosser de Munich des éléments anciens examinés par H. de Meyer l'a conduit à y reconnaître :

Aceratherium lemanense POMEL. *Palæochærus Meisneri* H. de M.
Dremotherium Feignouxi POM. *Amphitragulus* pl. sp.
Herpestes Lemanensis POM. *Amphicyon* pl. sp.

Espèces et genres bien caractéristiques, communs aux deux régions et qui n'ont encore rien de miocénique.

M. Filhol, dans sa revision des Mammifères de Saint-Gérard, ajoute trois espèces aux analogies déjà connues.

Titanomys veisenoviensis H. de MEYER = *Lagodes picoides* POMEL. — *Steneofiber Escheri* H. DE M. (*Chalicomys*). = *St. viciacensis* P. GERVAIS. — *Lutra Valetoni* E. GEOFF. = *Stephanodon nombachiensis* H. DE M.

Toute cette faune semble africaine, elle est de petite taille, elle présente une grande unité et elle contraste absolument avec le faune de grande taille, d'origine mal connue, qui arrive en Europe au Miocène avec les *Anchitherium*, les Mastodontes et les *Dinotherium*.

Dans tous les groupes paléontologiques, d'ailleurs, l'affinité du calcaire à *Helix* et *Cerithium* de Flörsheim et de Weisenau avec le calcaire de Saint-Gérand-le-Puy dans le Bourbonnais a été remarqué : M. Vaillant, dans une étude des Crocodiliens (*Ann. Sciences. géol.*, III, 1872), indique le *Diplocynodon Rateli* POMEL 1847 comme espèce commune.

Alphonse Milne Edwards dans son grand travail sur les Oiseaux, autant qu'il en peut juger sur les matériaux incomplets du bassin de Mayence, conclut à une identité complète : *Palæodus ambiguus*, *Tringa gracilis*, *Anas Blanchardi*.

Enfin Oustalet, dans ses recherches sur les Insectes fossiles, dit que les calcaires marneux supérieurs d'Auvergne doivent être placés à peu près au niveau des Lignites du Rhin (faune de Rott).

CALCAIRE DE WEISENAU A *CORBICULA FAUJASI* (Corbicula Schichten).

Le calcaire, souvent marneux, à Corbicules occupe une grande étendue dans le bassin de Mayence, il couronne, sur une faible épaisseur il est vrai, les collines des environs nord d'Alzey (altitude 240 m.), il surmonte le calcaire à Cérithes à Ingelheim à 220 m. et prend tout son développement auprès de Mayence, nous l'avons indiqué dans la coupe de Weisenau, et il va plonger sous le calcaire à *Hydrobia* au NE. à Biebrich-Wiesbaden.

On en connaît quelques lambeaux à Oppenheim près de la faille de la rive gauche du Rhin et près de Darmstadt le long de la faille de la rive droite.

Aux environs de Francfort nous avons relevé la coupe suivante :

XVI. Coupe à Offenbach-sur-le-Main Bieberberg, à l'Est de la coupe XII.

PLEISTOCÈNE.	Sable graveleux descendant dans des puits naturels de 3 à 4 m. dans le calcaire; de 0,40 à . 3,00																				
KASSELJEN	<table style="border: none;"> <tr> <td style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire à <i>Corbicules</i>.</td> <td style="vertical-align: middle;">4</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire jaunâtre, avec lits argileux verdâtres discontinus, quelques bancs sont pétris de <i>C. plicatum</i>, <i>Dreissensia Brardi</i>, <i>Neritina</i> sp. <i>Corbicula Faujasi</i>, <i>Hydrobia elongata</i>, <i>H. obtusa</i>.....</td> <td style="vertical-align: middle;">6,00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire à Cérithes.</td> <td style="vertical-align: middle;">3</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire blanchâtre, tuffacé sans stratification.</td> <td style="vertical-align: middle;">2,80</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="vertical-align: middle;"></td> <td style="vertical-align: middle;">2</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire suboolithique en lits confus.....</td> <td style="vertical-align: middle;">6,00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="vertical-align: middle;"></td> <td style="vertical-align: middle;">1</td> <td style="vertical-align: middle;">Calcaire grenu, jaunâtre, <i>Cerith. plicatum</i>, paquets de Foraminifères vers la base.....</td> <td style="vertical-align: middle;">4,00</td> </tr> </table>	}	Calcaire à <i>Corbicules</i> .	4	Calcaire jaunâtre, avec lits argileux verdâtres discontinus, quelques bancs sont pétris de <i>C. plicatum</i> , <i>Dreissensia Brardi</i> , <i>Neritina</i> sp. <i>Corbicula Faujasi</i> , <i>Hydrobia elongata</i> , <i>H. obtusa</i>	6,00	}	Calcaire à Cérithes.	3	Calcaire blanchâtre, tuffacé sans stratification.	2,80	}		2	Calcaire suboolithique en lits confus.....	6,00	}		1	Calcaire grenu, jaunâtre, <i>Cerith. plicatum</i> , paquets de Foraminifères vers la base.....	4,00
	}	Calcaire à <i>Corbicules</i> .	4	Calcaire jaunâtre, avec lits argileux verdâtres discontinus, quelques bancs sont pétris de <i>C. plicatum</i> , <i>Dreissensia Brardi</i> , <i>Neritina</i> sp. <i>Corbicula Faujasi</i> , <i>Hydrobia elongata</i> , <i>H. obtusa</i>	6,00																
	}	Calcaire à Cérithes.	3	Calcaire blanchâtre, tuffacé sans stratification.	2,80																
	}		2	Calcaire suboolithique en lits confus.....	6,00																
}		1	Calcaire grenu, jaunâtre, <i>Cerith. plicatum</i> , paquets de Foraminifères vers la base.....	4,00																	

Une fouille a fait découvrir encore 20 m. de calcaire à Cérithes au-dessous de ce niveau.

La distinction stratigraphique à Offenbach comme à Weisenau

entre le calcaire à Cérithes et le calcaire à Corbicules est toute conventionnelle, et cependant le plus grand nombre des géologues de la région ont tracé ici la limite entre l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur. Nous allons voir que la paléontologie, pas plus que la stratigraphie, ne permettent de conserver cette classification.

Les couches à Corbicules montent au Nord, souvent ravinées par les sables du Miocène ou du Pléistocène, on les retrouve au loin au NE. à Münzenberg au-dessus de la grande masse sableuse avec grès et conglomérat qui fait suite aux sables de Kassel, vers 200 m. d'altitude; le *Corbicula Faujasi*¹ est accompagné de *H. elongata*².

On trouvera dans une note publiée au *Journal de Conchyliologie* une étude sur les Hydrobies anciennes typiques; nous y montrons que *H. elongata* FAUJAS (*Bulimus*) n'est en rien synonyme de *H. ventrosa* MONTAGU (*Turbo*), ni de *H. ulvæ* PENNANT (*Turbo*), ni de *H. acuta* DRAPARNAND (*Cyclostoma*), ce sont autant d'espèces différentes.

Faune du calcaire à Corbicules de Weisenau
(Corbicula-Schichten).

Colonne 1	Espèces communes avec	les couches à Cyrènes A (Stampien).
— 2	—	le calcaire à Cérithes F (Kasselien).
— 3	—	le calcaire à <i>Hydrobia</i> W (Kasselien).
— 4	—	le calcaire d'Étampes E (Kasselien).
— 5	—	le calcaire de Pithiviers P (Aquitanien).
— 6	—	le calcaire blanc de l'Agenais B (Kasselien).
— 7	—	le calcaire gris de l'Agenais G (Aquitanien).

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Glandina cancellata</i> SANDB. M. B., Pl. v, fig. 2.....	A	F	W	.	.	B	.
<i>G. (Oleacina) subsulcosa</i> TH., <i>Achacina</i> TH. Pl. III, fig. 12.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Archæozonites verticilloïdes</i> A. BR. = <i>H. increscens</i> TH., p. 139.....	A	F	W	.	.	B	.
<i>Strobilus uniplicatus</i> A. BR. (<i>Helix</i>) SANDB., M. B. Pl. III, fig. 7.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Nyalinia deplanata</i> TH. (<i>Helix</i>) TH. p. 146, cf. <i>H. cellaria</i> MULL.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Helix (Gonostoma) osculum</i> TH., THOMÆ, Pl. III, fig. 4.....	.	F	W	E	.	.	.

1. Les Corbicules (Megerle v. Muhlfield 1811) sont un sous-genre des Cyrènes caractérisé par la fine denticulation des dents latérales de la charnière; l'habitat est également fluviatile.

2. F. KINKELIN. Eine Episode aus der mittleren Tertiarzeit des Mainzerbeckens. 1890.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>H. (Gonostoma) involuta</i> TH., THOMÆ, Pl. II, fig. 8.....	.	F	W	.	P	.	G
<i>H. (Vallonia) Sandbergeri</i> DESH. [<i>H. lepida</i> REUSS var ?] REUSS., Pl. II, fig. 4 (très grossie).....	.	F	W	E	.	.	.
<i>H. (Fruticicola) leptoloma</i> A. B. [<i>H.</i> <i>Bartayesi</i> NOULET] = <i>H. crebri-</i> <i>punctata</i> SBG.....	.	F	W	.	.	B	G
<i>H. (Coryda) Girundica</i> NOUL. BOET- TGER. Pl. XXIX, fig. 12-17.....	.	.	W	.	.	B	G
<i>H. (Coryda) subsulcosa</i> TH., THOMÆ. Pl. II, fig. 3.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>H. (Tachea) Moguntina</i> DESH. (et var. <i>Kincklini</i> B.) L. u. Suss., Pl. XXV, fig. 18.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>H. (Macularia) deflexa</i> A. B., L. u. Suss., Pl. XXIV, fig. 5.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Pupa (Leucochilus) quadriplacatum.</i> L. u. Suss. Pl. XXV, fig. 24.....	.	.	W	.	.	B	G
<i>P. (Leucochilus) didymodus</i> BRAUN. [<i>P. Fischeri</i> DESH. <i>P. Munieri</i> DESH, <i>P. bifida</i> DESH.] SAND. M. B. Pl. V, fig. 16.....	.	F	W	E	.	.	.
<i>P. (Pupilla) quadrigranata</i> A. B., [<i>P.</i> <i>parvula</i> DESH. et var.] L. u. S. Pl. XXIII, fig. 9.....	.	F	W	E	.	.	.
<i>P. (Ithsmia) cryptodus</i> A. B., L. u. S. Pl. XXIII, fig. 11.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>P. (Ithsmia) retusa</i> A. BR., L. u. S. Pl. XXX, p. 28. [<i>P. Nouleti</i>].....	.	.	W	.	.	.	.
<i>P. (Leucochilus) gracilidens</i> SAND. L. u. S. p. 600, BOETT. Pl. IV, p. 12-13.	.	F	.	.	.	.	.
<i>P. (Vertigo) ovatula</i> SAND., cf. <i>P. cal-</i> <i>losa</i> BOETT. Pl. IV, p. 9.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>P. (Vertigo) angulifera</i> BOETT. Pl. IV, fig. 10.....
<i>P. (Vertigo) callosa</i> REUSS. (et var. <i>alloædus</i>) Pl. III, fig. 7.....	.	F	W	.	.	B	G
<i>P. (Vertigo) obstructa</i> A. B., L. u. S. Pl. XXV, fig. 27.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Clausilia bulimoides</i> A. B., THOMÆ, Pl. IV, fig. 6.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Cionella (Zua) lubricella</i> A. B., L. u. S. Pl. XXIII, fig. 3.....	A ?	F	W	E	.	.	.
<i>Carychium nanum</i> A. B., L. u. S. Pl. XXII, fig. 10.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Planorbis cornu</i> BRONGT. (Var. <i>solid-</i> <i>us</i>) 1810, Ann. Mus. Pl. XXII, fig. 6.	Λ	F	W	E	.	B	.
<i>P. (Segmentina) dealbatus</i> A. B. SAND. Mayence, Pl. VII, fig. 10.....	.	F	W	.	.	B	.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>P. (Segmentina) declivis</i> A. B., SANDB. May. Pl. VII, fig. 9	F	W	.	P	B	G
<i>Limnea pachygaster</i> THOMÆ, Pl. IV, fig. 1, spire très courte	W	E	.	B	.
<i>L. subpalustris</i> THOMÆ [<i>L. cornea</i> BRONG?] THOMÆ. Pl. IV, fig. 9...	.	.	W	E	.	B	G
<i>L. subbullata</i> SANDB. (Un moule seu- lement) May. M. B. Pl. VII, fig. 5...	.	.	W	.	.	.	.
<i>L. minor</i> THOMÆ, p. 157 = <i>L. Dupuyi</i> BOETT. non NOULET	W	E	.	B	G
<i>Ancylus Senckenbergi</i> BOETT. Fauna Corb. Pl. XXIX, fig. 7	W	.	.	.	.
<i>Gundlachia francofurtana</i> BOETT. 1877. Fauna C. Pl. XXIX, fig. 1....
<i>Vivipara pachystoma</i> SBG. sp. (<i>Palu- dina</i>) L. u. S. Pl. XXV, fig. 8.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Emmericia succineiformis</i> SBG. sp. [cf. <i>Nystia</i>] (<i>Paludina</i>). May. M. B. Pl. XXXV, fig. 22.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Hydrobia inflata</i> FAUJAS sp., L. u. S. Pl. XXV, fig. 5	B	.
<i>H. elongata</i> FAUJ. sp., L. u. S. Pl. XXV, fig. 6.....	A	F	W	.	.	B	G
<i>H. obtusa</i> SANDG. sp., L. u. S. Pl. XXII, fig. 6.....	A	F	W	.	.	.	G
<i>H. aturensis</i> NOULET, non fig. <i>H. elongata</i> var. <i>minor</i> ?	F	.	.	.	B	.
<i>Melania Eschœri</i> BRONGT. G. DOLLFUS Aquitanien, Pl. III, fig. 4-7.....	.	F	.	.	P	.	.
<i>Melanopsis callosa</i> A. B., L. u. S., Pl. XXV, fig. 4.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Neritina marmorea</i> A. B., <i>A. fluvia- tilis</i> auct. non L.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>N. callifera</i> SBG., var. de la précé- dente?	F	.	.	.	.	.
<i>Neritina subangularis</i> SAND. Bassin Mayence, Pl. XX, fig. 14.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Nerita pachyderma</i> SANDB. L. u. SUSS. p. 367.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Littorina tumida</i> BOETTGER 1869. Beiträge. Pl. II, fig. 17.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Stenomphalus cancellatus</i> TH. sp....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Cerithium plicatum-enodosum</i>	F	.	E	.	B	G
<i>C. plicatum-Galeotti</i>	A	F	.	E	.	B	G
<i>Tympanotomus submargaritaceus</i> ..	.	F	.	E	.	B	G
<i>Cyrena (Corbicula) Faujasi</i> DESH....
<i>C. (Corbicula) donacina</i> A. B.....
<i>Dreissensia Brardi</i> FAUJ. sp.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Mytilus Faujasi</i> BRONGT.....	.	F	W	.	.	.	.
Total des espèces : 50	7	35	37	12	3	18	13

Il suffit de jeter les yeux sur la liste de la faune des couches à Corbicules pour constater que c'est une faune amoindrie du calcaire à Cérithes : 50 espèces seulement sont connues, 35 sont communes avec le calcaire à Cérithes, et les mêmes groupes ne sont pas également représentés, ce qui trouble un peu la comparaison. Ainsi presque toutes les espèces marines et fluvio-marines ont disparu; par contre les coquilles fluviatiles, comme les Lymnées, Néritines, sont en augmentation, les petites espèces terrestres sont réduites. Nous croyons qu'il n'y a aucun argument à tirer de l'absence de quelques Clausilies ou de quelques groupes de *Pupa*; ces Mollusques vivaient certainement à cette époque, mais leurs dépouilles n'ont pas été apportées dans les tufs calcaires dans les points des couches à Corbicules qui nous sont aujourd'hui connus. Les arguments négatifs en Paléontologie n'ont guère de valeur¹.

La liaison des couches à Corbicules et des couches à Cérithes est apparue même si intime à M. Kinkelin, aux environs de Francfort, quand il a pu l'étudier dans tous ses détails au moment des travaux du port de cette ville, qu'il n'hésite pas à réunir ces deux assises sous le même nom. Il est enfin à remarquer que quelques espèces terrestres passent du calcaire à *Cerithium* dans le calcaire à *Hydrobia* sans avoir été découvertes dans les couches intermédiaires.

Les *Melania* et *Melanopsis* traversent un grand nombre d'étages et sont peu caractéristiques; si nous écartons aussi quelques petits genres dont l'histoire est encore obscure, il reste seulement de réellement caractéristiques pour les couches à Corbicules : *Helix Moguntina*, qui confine *H. girundica* pour beaucoup d'auteurs, *Hydrobia inflata* retrouvée dans le calcaire blanc de l'Agenais à Villandraut (Kasselien) et le *Corbicula Faujasi* dont le *C. donacina* A. B. n'est peut-être qu'une variété. C'est trop peu pour caractériser une assise, étant donné surtout que ces trois espèces n'ont rien de miocénique². Nous ne pouvons donner de valeur aux rapprochements tentés avec des espèces vivantes de tous les pays et de tous les climats, de l'Amérique du Sud, du Nord, de l'Asie et de l'Océanie; ce sont des essais prématurés entraînant une confusion fâcheuse des provinces zoologiques actuelles et anciennes.

1. BOETTGER. Beitrag zur Tertiarformation in Hessen. Inaugural Dissertation, 4°, 34 p. 2 pl. 1870. Offenbach 1869. — O. BOETTGER Neue conchy. Mainzer Tertiar Brecken, 4°, p. 35-45. *Paleontograph.*, XIX, 2 (mêmes planches). Francfort 1877. — O. BOETTGER. Ueber die Fauna der Corbicula Schichten im Mainzer Becken 4°, p. 185-219, 1 pl.

2. Voir pour la faune continentale fossile de l'Aquitaine : DEGRANGE-TOUZIN. Étude sur la faune lacustre, terrestre et fluviatile de l'Oligocène et du Miocène de la Gironde. *Soc. Linnéenne*. XLV, 1893. Avec les notes de M. BOETTGER. — G. DOLLFUS. Essai sur l'Étage aquitanien 1909.

CALCAIRE DE BIEBRICH A HYDROBIES
(Hydrobien Kalke = Litorinellen Kalk).

L'étendue des calcaires à *Hydrobia* de Biebrich-Wiesbaden est sensiblement moindre que celle des assises antérieures ; ces calcaires ne commencent guère qu'aux environs mêmes de Mayence et de Francfort pour aller butter par faille, avec toute leur épaisseur, en plongeant au NNW., contre le Taunus. Ils reposent d'une manière normale sur les couches à *Corbicules* et leur limite inférieure est purement paléontologique, on la trace au moment de la disparition des *Corbicula Faujasi* et de l'*Hydrobia inflata*.

Les carrières ouvertes dans cette assise entre Mayence et Wiesbaden montrent un beau développement, surtout à Biebrich, dans le vallon de Muhlethal, et vers Mosbach. Le gisement de Budenheim sur la rive gauche du Rhin, à 4 km. NW. de Mayence, a fourni récemment à M. Boettger une série de fossiles bien nets dont il a donné la liste ¹.

Le contact supérieur est formé par les sables graveleux du Miocène d'Eppelsheim et plus généralement par les graviers diluviens, un grand ravinement s'observe ainsi au sommet et donne bien l'effet d'une fin de série stratigraphique.

XVII. Coupe à Biebrich. Pl. IX, fig. 4.

Grandes carrières à 5 km. de Mayence sur la route de Wiesbaden.

	5	Loess ou graviers diluviens, épaisseur variable.	
KASSELIEN Calcaire à <i>Hydrobia</i>	}	4 Calcaire argileux grisâtre, stratifié, à <i>Hydrobia elongata</i>	2.90
		3 Calcaire jaune, gréseux, avec lits de <i>Dreissensia Brardi</i> et <i>Helix Moguntina</i>	3.00
		2 Calcaire jaunâtre en gros bancs plus durs, délits de calcaire marneux à <i>Hydrobia</i> en nombre immense.....	6.80
		1 Calcaire jaune, suboolithique, mal stratifié, avec <i>Vivipara pachystoma</i> , <i>Limnea subpalustris</i> , <i>Neritina marmorea</i> , <i>Hydrobia elongata</i> , <i>Hydrobia obtusa</i>	4.50

Les couches plongent faiblement au NW., le forage de Wiesbaden a permis d'estimer leur puissance à 50 m., les couches à *Corbicules* sont directement au-dessous à peu près au niveau du

¹. Die fossilen Mollusken der Hydrobien Kalke von Budenheim. *Nach. Blatt, Deut. Malac. Gesell.*, 1908, supp. 1909.

Rhin (alt. 89 m.); le plateau graveleux (Terrasse de Mosbach) s'élève à la coté 140.

Un point tout à fait curieux est la présence de failles intéressant le Diluvium qui surmonte le calcaire; on voit le Diluvium graveleux et le Loess en contact par faille contre les couches de l'Oli-

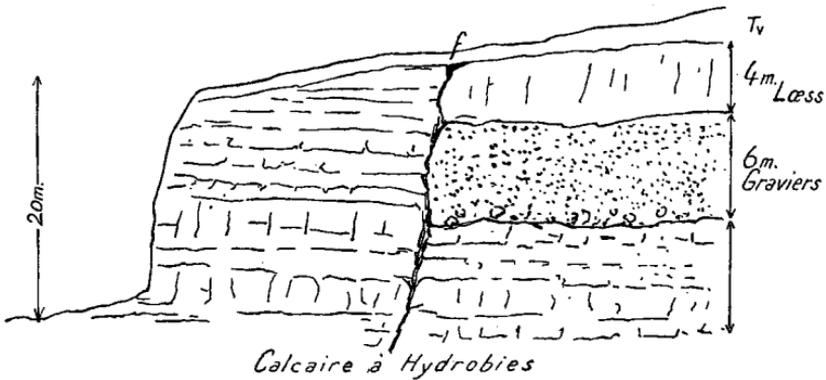


FIG. 6. — Coupe à BIEBRICH.

gocène, il y a tout un régime de failles un peu obliques abaissant vers l'Ouest toute la série visible dans la carrière. Des failles analogues intéressant les sables d'Eppelsheim et toute la série diluvienne avaient déjà été figurées par Kaup dans son mémoire sur les animaux fossiles du Musée de Darmstadt. Ce fait tendrait à démontrer qu'une partie des accidents tectoniques du bassin de Mayence est bien plus récente qu'on n'avait pu le supposer d'abord; vraisemblablement les grandes failles ont joué à diverses reprises et se sont compliquées de mouvements de soulèvement et d'affaissement, en masse, de régions étendues. Aux environs de Francfort, le calcaire à Littorinelles est développé à Offenbach et à Hochstadt, près Hanau, on y signale des bancs marneux et à Kastrich, des lits ligniteux intercalés. H. de Mayer y a découvert des ossements de *Cainotherium*, et *Perca Moguntina*.

En Wetteravie les couches à *Hydrobia*, surmontant toujours les couches à Corbicules, s'amincissent, elles vont passer au-dessus des sables à Cérithes et des lignites de l'Est, étant surmontées par les laves et basaltes du Vogelsberg¹.

On peut consulter également une bonne coupe, éclairée par des forages, à la station d'Erbstadt entre Hanau et Friedberg², où la série des couches entre les assises à Cyrènes et celles à

1. DR. KINKELIN, Eine Episode aus der mittleren Tertiärzeit der Mainzerbeckens, *Bericht. Senckenberg*, p. 109. 1891. Francfort.

2. A. REINACH, Erläuterungen Blatt Windecken, n° 68, n° 46, p. 73. 1899. Berlin.

Hydrobia reparaît par deux fois ramenée au jour par une grande faille avec : *Anthracotherium*, *Amphicyon*, *Cerith. plicatum*, *Hydrobia obtusa*, *Cypris faba*.

Voici le relevé de la faune actuellement connue :

Faune du Calcaire à Hydrobia de Biebrich
(Litorinellen Kalk. — Wiesbaden Kalk).

Colonne 1	Espèces venant de l'Oligocène moyen.....		A
— 2	—	du calcaire à <i>Cerithium</i> de Wisenau.....	F
— 3	—	du calcaire à Corbicules.....	W
— 4	—	communs avec le calcaire d'Etampes (Kasselien).....	E
— 5	—	avec le calcaire de Pithiviers (Aquitanien vrai).....	P
— 6	—	avec le calcaire blanc de l'Agenais (Kasselien).....	B
— 7	—	avec le calcaire gris de l'Agenais (Aquitanien vrai).....	G

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Glandina cancellata</i> SANDB.....	A?	F	W	.	.	.	.
<i>Archæozonites verticilloides</i> A. B..	A	F	W	.	.	B	.
<i>Hyalinia deplanata</i> TH. sp.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Strobilus uniplicatus</i> A. B. sp.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Patula lunula</i> TH. sp. (très rare) non fig. SANDB. M. B. Pl. II, fig. 8.	.	F	.	.	.	.	.
<i>Patula multicostata</i> TH. sp.....	A	F	.	E	.	.	.
<i>Patula nana</i> A. B.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Helix (Gonostoma) osculum</i> TH.....	.	F	W	E	.	.	.
<i>H. (Gonostoma) involuta</i> TH.....	.	F	W	.	P	.	G
<i>H. (Gonostoma) phacodes</i> TH.....	.	F	.	.	.	.	G
<i>H. (Vallonia) Sandbergeri</i> DESHAYES. Pl. 52, fig. 23-25.....	.	F	W	E	.	.	G
<i>H. (Fruticicola) leptoloma</i> A. B., SANDB. Pl. II, fig. 6.....	.	F	W	.	.	B	G
<i>H. (Fruticicola) punctigera</i> TH. non fig., SANDB. May. Pl. II, fig. 5....
<i>H. (Fruticicola) villosella</i> TH., non fig. = <i>H. subvillosa</i> , [<i>H. Lemani</i> SBG.].	.	F	.	E	.	.	.
<i>H. (Coryda) Girundica</i> NOUL.....	.	.	W	.	.	B	G
<i>H. (Macularia) deflexa</i> A. B.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>H. (Cyrlochilus) affinis</i> TH.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>H. (Tachea) subcarinata</i> SBG. [<i>H.</i> <i>Munieri</i> DESH] Pl. III, fig. 5.....	.	.	.	E	.	B	.
<i>H. (Tachea) subsoluta</i> SBG. SAND. May. Pl. II, fig. 11.....
<i>H. (Tachea) Moguntina</i> DESH. SAND. May. Pl. IV, fig. 3.....	.	.	W	.	.	.	.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>H. (Galactochilus) Mattiaca</i> STEIN...	.	F	.	.	.	.	.
<i>Cionella (Zua) lubricella</i> A. B.....	A?	F	W	E	.	.	.
<i>Pupa (Negulus) lineolata</i> A. B.....	.	F	.	E	.	.	.
<i>P. (Leucochilus) quadriplicata</i> A. B.	.	.	W	.	.	B	G
<i>P. (Leucochilus) didymodus</i> B.....	.	F	W	E	.	.	.
<i>P. (Pupilla) quadrigranata</i> A. B...	.	F	W	E	.	.	.
<i>P. (Ithsmia) cryptodus</i> A. B.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>P. (Ithsmia) retusa</i> A. B., SANDB. May. Pl. v, fig. 12.....
<i>P. (Chondrus) Rathii</i> A. B., SANDB. May. Pl. v, fig. 10.....
<i>P. (Vertigo) callosa</i> REUS. non. <i>alleo-</i> <i>odus</i> SBG.....	.	F	W	.	.	B	G
<i>P. (Vertigo) obstructa</i> A. B.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>P. (Vertigo) ovatula</i> SBG.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Clausilia bulimoides</i> A. B.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Carychium antiquum</i> A. B.....	P	B	.
<i>Carychium nanum</i> SBG.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Megalomastoma pupa</i> A. B.....	.	F	.	.	.	.	.
<i>Planorbis cornu</i> BRONG. DESHAYES, Pl. 46, fig. 17-19.....	A	F	W	E	.	B	.
<i>P. (Segmentina) dealbatus</i> A. B., L. u. S. Pl. xxv, fig. 10.....	.	F	W	.	.	B	.
<i>P. (Segmentina) declivis</i> A. B., DES- HAYES, Pl. 47, fig. 18-21.....	.	F	W	.	P	B	G
<i>Limnea pachygaster</i> (Fontainebleau) TH., SANBG. L. u. S., Pl. xxv, fig. 13.	.	.	W	E	.	B	.
<i>L. urceolata</i> A. BR. (Var. de la précédente?) SANDB. May, Pl. 20, fig. 16.....	P	.	.
<i>L. subpalustris</i> TH. [<i>L. cornea</i> ?] SANDB. L. u. S., Pl. xxv, fig. 14...	.	.	W	E	.	B	G
<i>L. minor</i> TH. SANDB. May. Pl. VII, fig. 6.....	.	.	W	E	.	B	G
<i>L. subnullata</i> SBG [<i>L. condita</i> DESH.] <i>L. vulgaris</i> PF. in REUSS.	.	.	W	E	.	.	.
<i>Vivipara pachystoma</i> SBG.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Emmericia succineiformis</i> SBG.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Ancylus Senckenbergi</i> BOETT.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Hydrobia elongata</i> FAUJ. sp.....	A	F	W	.	.	.	.
<i>H. obtusa</i> SANBG.....	A	F	W	.	.	.	.
<i>Melanopsis callosa</i> B. BR. = <i>M. Frit-</i> <i>zei</i> TH., Pl. II, fig. 7.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Neritina marmorea</i> A. B.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>N. subangularis</i> SBG.....	.	.	W	.	.	.	.
<i>Dreissensia Brardi</i> FAUJ. sp.....	.	F	W	.	.	.	.
<i>Mytilus Faujasi</i> BRONG.....	.	F	W	.	.	.	.
Espèce étudiées : 54	7	31	35	14	4	13	10

Cette faune est franchement lacustre, les éléments marins ont disparu, et les espèces fluvio-marines sont en voie d'extinction totale.

Sur les 54 espèces que nous avons relevées dans le calcaire à *Hydrobia*, il y en a 35 qui sont communes avec les couches à Corbicules et 31 se trouvent déjà dans le calcaire à Cérithes. Quelques espèces du calcaire à Cérithes sont même communes au calcaire à Hydrobies, sans avoir été encore découvertes dans les couches intermédiaires à Corbicules, mais doivent s'y trouver d'un jour à l'autre. Nous sommes donc en droit de compter ces espèces comme ayant réellement vécu en commun dans les assises antérieures et nous arrivons à une proportion de 84 % d'espèces identiques entre le calcaire à *Hydrobia* et les assises qui l'ont précédé, proportion entraînant leur classification dans la même accolade, dans l'Oligocène supérieur.

Il n'y a point, d'ailleurs, dans les couches à *Hydrobia* une faune nouvelle, aucune espèce émigrée formant quelque type précurseur du Miocène, toutes les espèces spéciales qui y ont été découvertes proviennent, avec de faibles variations, de la faune oligocène antérieure. *Patula lunula* est bien voisin de *P. euglypha*; *H. subsoluta* n'est pas fort éloigné de *H. Moguntina*; *Pupa retusa* se rapproche très strictement de *P. minutissima*; on ne peut créer une séparation pour l'apparition de *Limnea urceolata* et de *Carychium minimum*, espèces qu'il y aurait lieu d'examiner de très près avec des matériaux plus nombreux.

Pour les Mammifères, M. Kinkelin, en dressant des listes, a cherché à séparer le calcaire de Flörsheim de celui de Weisenau et de Wiesbaden, mais sa tentative est restée infructueuse, tous les éléments qu'il cite ont vécu en même temps dans le calcaire de Saint-Gérard-le-Puy en France.

Il cite dans le calcaire à *Hydrobia* :

Palæomeryx medius H. DE M.
— *minor*.

Palæomeryx pygmaeus H. DE M.

qui ne seraient autres que l'*Amphitragulus Pomeli* FILH. (fide Dr Schlosser), et le *Palæomeryx Scheuchzneri* H. DE M, qui n'est pas différent de *Dremotherium Feignouxi* GEOFF. puis *Palæochærus Messneri* H. DE M. ainsi que les *Amphicyon*, *Cricetodus*. Ce sont toutes des formes de la faune de Saint-Gérard. Aucune espèce de l'Orléanais ou de Sansan. Mais c'est encore la faune de La Milloque qui appartient au calcaire blanc de l'Agenais, c'est-à-dire à l'Oligocène supérieur. La liste donnée par M. C. Koch à propos de la

feuille géologique de Wiesbaden est tout à fait mauvaise, il y a des mélanges même avec la faune d'Eppelsheim et la plupart des espèces de Hermann de Meyer n'ont pas été suffisamment décrites pour être reconnaissables ; toute la revision tentée par D. Max Schlosser l'a conduit à l'adoption de presque toute la nomenclature de la faune de Saint-Gérard par Pomel et Filhol¹.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR
SABLES D'EPPELSHEIM A *DINOTHERIUM*.

De vastes graviers couvrent les collines tertiaires du bassin de Mayence et s'étendent fort loin dans diverses directions, leur classification reste difficile, car on n'y a rencontré de fossiles que dans un petit nombre de points. On peut très aisément les confondre avec les sables graveleux de la base des sables d'Alzey et ils figurent comme tels sur les cartes dans toute la région de Wiesbaden ; ailleurs ils passent aux graviers du Pléistocène et peut-être, dans l'Est, plusieurs horizons du Pliocène ont pu leur être attribués.

Eppelsheim est un village à 6 km. au SE. d'Alzey ; les sablières au sommet de la colline, vers 260 m. d'altitude, reposent sur le calcaire à Corbicules. On ne voit plus grand chose aujourd'hui, mais Hamilton nous en a laissé une bonne coupe.

XVIII. Coupe à Eppelsheim.

	1 Terre végétale.....	0.30 à	0.60
PLÉISTOCÈNE	2 Argile sableuse jaune, Loëss.....		1.20
	3 Graviers grossiers avec blocs calcaires, ossements roulés.....		0.20
	4 Argile sableuse jaune, assez variable.....		0.36
MIOCÈNE	5 Sables et graviers avec blocs calcaires, grains ferrugineux du Sidérolithique du Jura, nombreux ossements.....		1.40
	6 Sable fin blanchâtre, quartzeux, micacé, avec quelques cailloux de grès, de mélaphyre, de porphyre, etc.....		4.20
	7 Sables très argileux, verdâtres, avec gros débris et ossements.....		0.20

Les sables d'Eppelsheim sont transgressifs, car ils ne reposent pas toujours sur le calcaire à Corbicules ; au N. du bassin ils sont superposés aux divers niveaux du calcaire à *Hydrobia*, notam-

1. KINKELIN. Geologische palaeontolog. Sammlung. Berich. Senck. Natur. Gesell., p. 87. Francfort, 1903.

ment près de Biebrich où ils descendent à l'altitude de 125 m. Ils sont recouverts par le Diluvien sur le bord des vallées du Rhin et du Main et par le Loëss sur les hauts plateaux. Les localités fossilifères sont en outre d'Eppelsheim, les villages d'Heimersheim, Westhofen, Osthofen près d'Alzey, de Bermersheim près Albig et de Laubenheim près de Mayence. Dans cette dernière localité quelques lits marneux qui accompagnaient les sables ossifères ont fourni des empreintes végétales déterminées par Göppert et citées par Sandberger ; cette florule ne manque pas d'intérêt, car plusieurs espèces se retrouvent dans des grès sableux rencontrés dans des points isolés sous-basaltiques dans la région du Vogelsberg. Nous sommes évidemment en face d'un vaste alluvionnement venant du Midi, débouchant par la vallée de l'Alsace et sur le même horizon que les sables à *Dinotherium* du Sundgau, du val de Délémont, avec galets vosgiens, décrits par Greppin¹, en liaison avec la Molasse lacustre supérieure ou Oëningien de Heer (qui n'est pas celui de Greppin).

Ce sont aussi ces sables que Mathieu Mieg et M. Stehlin viennent de retrouver à Hammerstein dans le Grand duché de Bade² ravinant l'Oligocène marin fossilifère.

Enfin, constatation très intéressante, M. Mordziol vient d'y signaler la présence de petits cailloux d'oolithe silicifiée avec fossiles jurassiques bien déterminables, analogues à ceux qui sont connus en Belgique par petits paquets graveleux, disséminés sur l'Ardenne ; dans le bassin de la Meuse, la présence de ces éléments spéciaux lui a permis de suivre ainsi la trace des sables d'Eppelsheim sur les plateaux rhénans jusque dans le golfe de Cologne³ et nous aurons à nous en occuper dans la seconde partie de notre travail.

Comme nous l'avons déjà fait observer, les failles du Taunus ne sont point une limite naturelle pour l'ancien bassin tertiaire, et bien des lambeaux tertiaires ont été signalés sur le plateau primaire ; ces lambeaux sont spécialement développés suivant une dépression transversale du massif rhénan qui est sillonnée à l'Ouest par le cours de la Moselle et à l'Est par celui de la Lahn, on peut dresser le petit schéma suivant :

1. Essai géologique sur le Jura Suisse. Bâle, 1867.

2. Bull. Soc. sc. de Nancy, 1909.

3. Dr C. MORDZIOL. Über die Parallelisierung der Braun Kohlen Format. in Rheini mit dem Tertiar der Mainzer Beckens. Natur. Vereins. Rhein und Westp., p. 165, 189, 1909. — Ein Beweis für die Antezedenz des Rheindurchbuchtals. Zeisch. Gesell. Erdzk. zu Berlin, 1910, 31 p., fig.

<i>Ouest du Rhin.</i>	<i>Golfe de Bonn-Cologne.</i>	<i>Est du Rhin.</i>
Massif de l'Eifel	Défilés de Brohl	Massif du Westerwald
Vallée de la Moselle	Bassin de Neuwied	Vallée de la Lahn
Massif de Hundruck	Défilés de Saint Goar	Massif du Taunus
Tertiaire de Kreuzach	Terrasse du Rheingau	Tertiaire de Francfort

Vers l'Est, sous les dépôts basaltiques des environs de Westerbürg, on a rencontré des dépôts ligniteux très puissants avec des marnes à Greifenstein, Breitscheid, Nieder-Brechen qui ont fourni : *Anthracotherium magnum*, *Archæozonites verticilloides*, *Pupa quadrigranata*, *Helix Sandbergeri* (*H. lepida*) ; petite faune qui est caractéristique du calcaire à *Hydrobia* et du calcaire à Corbicules. Beaucoup de gisements renferment des végétaux comme à Langenauerbach, Dernbach, Härtlingen qui offrent les mêmes espèces qu'à Rott ; au centre dans le bassin de Neuwied les argiles limoneuses de Vallendar ont fourni *Hydrobia elongata*, *Helix Sandbergeri*, surmontées par des graviers à oolithes silicifiées appartenant au Miocène.

A l'Ouest du Rhin les dépôts oligocènes sont connus sur le plateau de Munstermaifeld, de Hatzenport à Obermanderscheid, il y a des amas ligniteux puissants, des argiles sableuses, divers fossiles et, en remontant au Nord, on ne tarde pas à rencontrer les quartzites à végétaux de Koeningswinter dans les mêmes grès quartzeux à calcédoine qui ont fourni entre Muffendorf et Marienforst les espèces suivantes : *Hydrobia elongata*, *Limnea subpalustris*, *Planorbis cornu*, *Planorbis declivis* etc. Les épaisses argiles ligniteuses de Roleber à végétaux, étudiés par O. Weber, sont sur l'horizon de celles de Rott qui ont fourni entre Rott et Siegburg une faune et une flore justement célèbres ; les Vertébrés appartiennent aux genres *Amphicyon*, *Anthracotherium*, *Amphitragulus*, c'est la faune du calcaire de Weisenau et le bord du bassin des lignites du Rhin sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement avec quelques détails. M. Steinmann a proposé, dans une note spéciale de 1907, de paralléliser ces lignites de Rott et de Bonn, avec celles de l'horizon supérieur de la Wettérvie et il a profité du passage de M. Stehlin à Bonn pour lui soumettre quelques ossements ; celui-ci a reconnu avec certitude le genre *Anthracotherium* en affirmant que cette faune n'avait rien de miocénique ; tous ces dépôts appartiennent bien à l'Oligocène supérieur et se classent dans le Kassélien, et la faille taunusienne qui a joué probablement à plusieurs reprises, a produit son effet principal plus tard, à la limite du Miocène et du Pliocène.

*Faune des Mammifères d'Eppelsheim*¹.

SIMIENS.	<i>Dryopithecus Fontani</i> LARTET. Mioc. moy. et sup.
RONGEURS.	<i>Chalicomys Jaegeri</i> KAUP. (<i>Steneofiber</i>). Mioc. moy. et sup.
PROBOSCIDIENS.	<i>Dinotherium giganteum</i> CUV. Mioc. moy. et sup.
	<i>Mastodon longirostris</i> KAUP. Mioc. moy. à Plioc.
CARNIVORES.	<i>Machairodus aphanistes</i> KAUP. Mioc. sup.
	— <i>priscus</i> K. (<i>Felis</i>).
	<i>Hyænictis Græca</i> GAUDRY. Mioc. sup.
	<i>Felis antediluvianus</i> KAUP.
	— <i>ogygia</i> KAUP.
	<i>Simocyon diaphorus</i> KAUP (<i>Felis</i>). Mioc. sup.
RHINOCERIDÆ.	<i>Acerotherium incisivum</i> KAUP. Mioc. moy. et sup.
	— <i>Goldfusi</i> KAUP. Mioc. moy. et sup.
	<i>Rhinoceros Schliermacheri</i> KAUP. Mioc. sup. à Plioc.
PERISSODACTYLES.	<i>Chalicotherium antiquum</i> KAUP. Mioc. moy. et sup.
	<i>Hipparion gracile</i> KAUP. Mioc. sup. à Plioc.
	<i>Tapirus priscus</i> KAUP. Mioc. sup.
ARTIODACTYLES.	<i>Listriodon antiquus</i> K. (<i>Sus</i>). Mioc. inf. et moy.
	— <i>palæochærus</i> K. Mioc. moy.
	<i>Hyotherium Sömmeringi</i> H. DE M.
	— <i>medium</i> = (<i>H. Meissneri</i>).
CERVIDÆ.	<i>Dicrocerus elegans</i> LARTET. Mioc. moy. et sup.
	— <i>fuscatus</i> HENSEL. Mioc. sup.
	<i>Elaphus curtoceros</i> K. (<i>Cervus</i>).
	<i>Palæomeryx pygmæus</i> H. DE M. Mioc. sup.
	<i>Hyæmoschus crassus</i> LARTET. Mioc. moy. et sup.

En examinant à nouveau cette liste des espèces d'Eppelsheim je crois qu'il faut la placer dans le Tortonien, dans le Miocène supérieur. Influencé par la présence de beaucoup d'espèces du Miocène moyen, par l'indication de l'*Anthracotherium magnum* qui y a été signalé à tort, j'ai pensé un instant que cette faune était helvétique, je la remonte maintenant dans le Tortonien, mais sans pouvoir la considérer comme réellement pontienne, elle est un peu plus ancienne que Pikermi et c'est aussi l'opinion de M. Thevenin qui a bien voulu m'aider à l'établir ; les Dryopithèques et les derniers Amphicyons me paraissent assurer cette classification ; il est vrai qu'on peut discuter si le Tortonien appartient ou non au Miocène supérieur où si le Pontien seulement doit en faire partie ainsi que l'admet M. Ch. Depéret². De toute manière il ne saurait être question d'attribution au Pliocène comme on l'a fait le plus ordinairement jusqu'ici en Allemagne.

1. Dr SCHLOSSER. *Beit. zur Paleon. Oest. Ung.* 1887-1890.

2. DEPÉRET. *Évolution des Mammifères tertiaires. CR. Ac. Sc.*, juin 1905, juillet 1905, novembre 1905, mars 1906, décembre 1906, janvier 1908, janvier 1909.

*
* *

Ce travail était rédigé quand M. Émile Haug nous a fait observer que Th. Fuchs avait déjà traité cette question de la jonction de l'Oligocène et du Miocène dans une note ancienne peu connue¹.

En effet Fuchs, se basant simplement sur des fossiles assez médiocres, qui lui furent communiqués, provenant des couches ligniteuses controversées de Krapina et de Radoboj, parvint à établir que ces couches n'appartenaient pas à l'Oligocène, mais au Miocène inférieur. Il proposa de prendre pour type de l'Oligocène supérieur les sables de Kassel parallèles aux couches du Doberg près de Bünde, aux grès de Sternberg, aux couches d'Ormoy, et de donner à cet étage nouveau le nom de *Chattien*, nom basé, croyons-nous, sur l'appellation d'une peuplade germanique habitant la région de Kassel suivant Tacite.

Certainement, en Autriche, quelques couches du Nord du bassin comme celles de Molt, de Horn, renferment quelques espèces de l'Oligocène, mais cette proportion est très faible, à Miesbach les couches à *Cardium Kubecki* renferment 5 % d'espèces oligocènes, on a trouvé même 12 % à Loibersdorf, mais, de même qu'à Eggenburg la faune, au fond, est franchement miocène; la situation, dit Fuchs, est la même que dans le bassin de Bordeaux où Mayer a pris le type de son Aquitanien, car la faune de Bazas qui en forme la base principale renferme encore, suivant les listes de Benoist, un certain nombre d'espèces qui ont survécu de l'Oligocène, tout en étant bien miocène dans son ensemble.

L'étage aquitanien est bien la base du Miocène, du Méditerranéen I; comme Grund est la base du Méditerranéen II (Helvétique); toutes les couches du bassin autrichien sont transgressives vers le Sud, comme dans le bassin de Paris, en allant des plus anciennes aux plus récentes, quand on marche du Nord vers le Sud, ainsi que nous en avons exprimé la pensée il y a quelques années déjà². En Hongrie et en Transylvanie la situation est peut-être encore plus caractéristique, on trouve à la base, des grès à *Pectunculus obovatus*, dont le type peut être pris à Török-Balint et aux environs de Ofner, qui renferment la faune certaine des sables de Kassel, et au-dessus les marnes de Kleinzeller dont la faune est réellement miocène quoique contenant quelques espèces de passage

1. *Mittheilungen Jahr. K. Ungarischen Geol. Anstalt.* Band X, Heft 5. Buda Pest, 1894.

2. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Sur quelques coquilles fossiles nouvelles ou mal connues des Faluns de la Touraine. Paris 1899. *Journ. Conchyl.*, XLIX, p. 17. — G. F. DOLLFUS. L'Étage Aquitanien. *Bull. Service Carte géol. de la France* n° 124, Paris, 1909.

communes avec la précédente. Les couches aquitaniennes d'Ivanec près Radoboj se propagent avec les mêmes assises ligniteuses jusqu'à Bahna en Roumanie. En Bavière, Fuchs était disposé à diviser en deux les couches à Cyrènes dont la base réunie à la molasse marine inférieure serait classée comme Chattien et dont la partie supérieure, avec couches d'eau douce, passerait dans l'Aquitaniien.

Ainsi notre expression de Kassélien est complètement synonyme de Chattien comme désignant également l'étage des sables de Kassel, type de l'Oligocène supérieur, mais notre nom plus moderne reste d'une intelligence plus facile et plus précise et nous croyons qu'il y aurait intérêt à le maintenir de préférence.

NOTE PALÉONTOLOGIQUE

Notre aimable confrère M. Leriche a bien voulu examiner les débris de Poissons recueillis au cours de notre excursion et il a dressé la liste suivante dont on pourra apprécier tout l'intérêt.

WEINHEIM

STAMPIEN — faciès sableux à *Ostrea callifera*.

<i>Notidanus primigenius</i> AG.	<i>Sphyrænodus</i> sp.
<i>Galeus latus</i> STORMS.	<i>Myliobatis</i> sp.
<i>Trichiurides Delheidi</i> LERICHE.	<i>Lamna</i> pl. sp. ind.
<i>Cetorhinus parvus</i> LERICHE (t. r.).	Nageoires d'Acanthoptériens.
<i>Sphyrna elongata</i> LERICHE.	Mâchoire de <i>Sparidæ</i> .
<i>Odontaspis acutissima</i> AG.	<i>Pelamys brachycephala</i> LERICHE.
— <i>cuspidata</i> AG.	

FLÖRSHEIM

STAMPIEN — faciès argileux à *Leda*.

<i>Notidanus primigenius</i> AG.	Vertèbres de Téléostéens.
<i>Odontaspis acutissima</i> AG.	<i>Odontaspis cuspidata</i> AG.

Séance du 20 Juin 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président annonce le décès de M. TABARIÉS DE GRANDSAIGNES, chef honoraire du Contentieux de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest. M. Tabariés de Grandsaignes était âgé de 69 ans et membre à vie de notre Société depuis 1863.

M. L. Pervinquière offre une brochure intitulée : « le Sud Tunisien » (*Revue annuelle de Géologie*, vol. VII, 1909).

Il rappelle d'abord la constitution géologique de la région (qui a déjà été exposée devant la Société), puis il traite de géographie physique et termine par quelques indications concernant la biogéographie.

M. Louis Gentil offre les bonnes feuilles du chapitre consacré à ses recherches dans un ouvrage que vient de faire paraître M. le marquis de Segonzac.

Cet ouvrage intitulé « Au cœur de l'Atlas¹ » renferme l'ensemble des travaux de la mission conduite par l'éminent explorateur, en 1904-1905, au Maroc. M. Gentil rappelle qu'il a publié chez l'éditeur Masson, au commencement de l'année 1906, sous le titre « Exploration au Maroc² », son récit de voyage dans lequel il a fait entrevoir les problèmes qu'il a effleurés. Il résume dans l'ouvrage qui vient de paraître, sous le titre « Recherches de géologie et de géographie physique » (p. 695-773) un ensemble de faits dont il a dégagé, sous la forme d'une rapide synthèse, les principales conclusions auxquelles il est arrivé.

M. Jean Boussac offre les notes suivantes :

1° Interprétation tectonique du Flysch dit autochtone de la Suisse centrale et orientale (*CR. Ac. Sc.*, 2 mai 1910).

2° Distribution des niveaux et des faciès dans le Nummulitique dit autochtone de la Suisse orientale (*CR. Ac. Sc.*, 17 mai 1910).

1. Mission au Maroc, 1904-1905. *Au cœur de l'Atlas*, par le MARQUIS DE SEGONZAC. Itinéraires, études géographiques, ethnographiques, observations météorologiques, etc., Étude géologique, par LOUIS GENTIL, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris. Illustré de 177 reproductions photographiques, cartes dans le texte et hors texte et une grande en couleurs. Un fort volume in-8°, de plus de 800 p. Paris, Émile Larose, éditeur, 1910. Prix 20 fr.

2. 1 vol. in-4° carré, xv + 340 p. et 223 fig. dans le texte. Paris, Masson, édit., 1906. Prix 12 fr.

3° Nummulitique helvétique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale (*CR. Ac. Sc.*; 6 juin 1910).

M. Jules Welsch adresse un tiré à part : « Sur la formation du Marais poitevin et la séparation des îles de Ré et d'Oléron » (*CR. Ac. Sc.*, CL., p. 844-846).

Le terrain de transport des plateaux du Seuil du Poitou se retrouve à la partie supérieure des « îles » du Marais; il est superposé aux faluns à *Cardita striatissima* de la Morelière, dans l'île d'Oléron; on peut le considérer comme pliocène. Ce terrain de transport est antérieur à la formation du Marais, à la séparation des îles et au principal creusement des vallées du Poitou, où l'on trouve *Elephas antiquus* et *E. primigenius*, dans les alluvions du fond. L'incursion de la mer à Maillezais, dans le Marais, est postérieure au terrain de transport des plateaux; après cette incursion, de nouvelles dislocations ont déterminé la formation des Pertuis et celle du golfe du Poitou.

L. Carez. — *Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon Bertrand sur la structure des Pyrénées*¹.

L'auteur continuant la série de ses communications sur le versant nord des Pyrénées, examine les théories de M. Léon Bertrand² qui admet, comme on sait, une série de nappes de charriage superposées.

L'auteur énumère les charriages qu'il reconnaît et qui sont peu nombreux : pic de Bugarach, massif de Lacoura, etc.; il rejette tous les autres et pense que tous les massifs primaires séparés de la zone primaire centrale sont enracinés, sans exception.

S'occupant spécialement de la feuille de Quillan, il passe en revue les différentes coupes de M. L. Bertrand et estime que ces coupes ne sont pas suffisamment étayées par les observations, que nulle part on ne peut voir les superpositions de séries ou de nappes indiquées par ce géologue, enfin que les inclinaisons de couches telles qu'elles sont figurées sont le plus souvent différentes de la réalité, soit pour le sens du plongement, soit pour leur intensité.

En rétablissant les véritables inclinaisons, on arrive à cette conclusion que non seulement les nappes de M. L. Bertrand ne sont pas prouvées, mais que leur existence est contredite par tous les faits bien constatés, et qu'en aucun point il n'est pos-

1. Un mémoire détaillé sera publié ultérieurement.

2. L. BERTRAND. Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XVII, 1907, p. 365.

sible de voir la superposition des diverses nappes supposées. Tandis que les contacts normaux ou anormaux sont presque toujours verticaux ou voisins de la verticale, M. L. Bertrand est amené à les figurer horizontaux, ce qui ne se voit nulle part et est tout à fait contraire au mode de structure de la région.

Pour bien montrer combien les coupes de M. L. Bertrand sont théoriques, M. L. Carez s'attache à la coupe 16 de la planche III¹; il explique que cette coupe est prise suivant une ligne où les seules couches qui affleurent, soit sur cette ligne même, soit à une grande distance à l'Est et à l'Ouest, sont les calcaires marmoréens jura-crétacés et le Primaire; néanmoins l'auteur a figuré six terrains superposés: Trias, Lias et Jurassique, calcaires aptiens, schistes albiens, Primaire, calcaires marmoréens, et les a distribués en *deux nappes* séparées par une *surface horizontale*, la nappe inférieure présentant un très beau *pli couché au Nord*.

Si l'on supprime des différentes figures de M. L. Bertrand ce qui est hypothétique pour ne laisser subsister que ce qui est visible et contrôlable, on arrive à cette conclusion qu'il ne reste rien des arguments mis en avant pour soutenir l'existence des quatre grandes nappes superposées.

Ce qui existe, comme M. L. Carez l'a dit depuis longtemps², ce sont de très nombreux chevauchements, de trop faible amplitude pour mériter le nom de charriages, et non détachés de leurs racines; ces chevauchements se portent le plus souvent vers le Nord, mais il y en a aussi un certain nombre dirigés en sens inverse.

M. Léon Bertrand relève les attaques dont ses observations dans les Pyrénées et leur traduction graphique en coupes synthétiques viennent d'être l'objet. Il répond, tout d'abord, à l'un des principaux griefs de son contradicteur, qui lui a vivement reproché de faire figurer dans ces coupes autre chose que ce que l'on peut strictement voir à la surface aux points précis où passe chacune d'elles. Les coupes en question sont *synthétiques* et, pour ne pas les multiplier à outrance, l'auteur y a fait figurer, en profondeur, les données qu'on est vraisemblablement en droit d'induire, *par continuité*, des renseignements fournis par les points contigus ou par les coupes voisines, de façon à donner une idée de l'allure profonde des renseignements fournis par la surface.

Il discute, en même temps, la manière dont ont été établies les

1. *Op. cit.*

2. Les premières notes où M. L. Carez a mentionné les chevauchements sur la feuille de Quillan datent de 1889, 1892 et 1893.

coupes très différentes que M. Carez vient d'opposer aux siennes et dans lesquelles ne se montre pas le souci d'une semblable coordination tectonique, les contacts anormaux y apparaissant, à tort, tous presque verticaux et sans aucun lien les uns avec les autres.

Il maintient formellement la généralité de ses interprétations tant pour la feuille de Quillan, dont il vient d'être question, que pour celles de Foix et de Bagnères-de-Luchon, dont M. Carez doit s'occuper dans la prochaine séance, à laquelle M. Léon Bertrand n'assistera pas.

M. L. Carez, répondant à une observation de M. de Margerie, persiste à trouver regrettable que M. L. Bertrand n'ait pas indiqué par un figuré distinct ce qui est le résultat d'observations et ce qui est l'application des théories.

S'il est vrai pour les coupes 1 à 3 de la planche III, que certains des contacts figurés sont au-dessous du niveau de la mer et que par suite le lecteur attentif ne peut croire que ces tracés sont la reproduction de faits observés, il n'en est pas du tout de même pour les coupes suivantes. La coupe 8, par exemple, montre la surface de contact anormal qui sépare les nappes A et B sous le plateau du Clat, à une altitude qui n'est pas seulement supérieure au niveau de la mer, mais de 400 mètres plus élevée que le fond des deux vallées de l'Aude et du Rébenty entre lesquelles est compris le plateau du Clat.

Il en est de même pour toutes les coupes suivantes.

Pontier. — *Note sur l'Elephas primigenius de la vallée de l'Aa.*

Un squelette à peu près complet d'*Elephas primigenius* BLUM. a été trouvé dans la vallée de l'Aa, à Arques, près Saint-Omer, dans les alluvions quaternaires de la Garenne, en 1908.

La bonne conservation des ossements principaux et particulièrement de la tête permettra d'en opérer la reconstitution.

L'individu en question reposait à la partie supérieure des alluvions moustériennes. Il présente certaines particularités intéressantes au point de vue anatomique, en particulier en ce qui concerne l'anatomie de l'extrémité des membres.

Il offre à ce point de vue certaines caractéristiques observées sur l'échantillon rapporté par le professeur Otto Herz de la Colyma Beresofka.

La taille de l'échantillon d'Arques était moyenne, 2 m. 80 environ, et l'animal était adulte. Au point de vue dentaire il offre le type sibérien, à lames étroites, en émail fin. Il était associé à une faune caractéristique de la fin du Moustérien.

Jules Welsch. — *Les marnes sableuses de Cabrières d'Aygues (Vaucluse) et de Carnot (Algérie).*

A l'occasion de la communication récente de M. Jean Cottreau : *Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aygues (Vaucluse)*, dans la séance du 6 juin 1910, je tiens à faire remarquer, qu'à plusieurs reprises, depuis 1892, et en particulier dans mes : *Études sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie*¹, j'ai fait voir que les marnes de Carnot appartiennent à l'étage tortonien, parce que leur faune est celle de Tortone, de Baden et de Cabrières. J'ai aussi attiré l'attention, en 1893, sur le fait que des Turritelles caractéristiques étaient celles de Gainfahren.

Depuis cette époque, l'étude de diverses collections de Tortone, de Stazzano et Sant'Agata, de Baden, de Cabrières, notamment du gisement de la Campagne de Caramonne, m'a montré que cette assimilation devait subsister.

V. Paquier. — *Sur la présence du genre Petalodontia dans le Sénonien supérieur des Petites Pyrénées de la Haute-Garonne.*

Le genre *Petalodontia* a été, comme on sait, institué en 1889 par M. Pošta pour un Monopleuridé du Cénomanien de Bohême. En 1900, M. Henri Douvillé a rapporté à ce type des formes recueillies au Mexique à un niveau dont la position stratigraphique encore douteuse ne lui a cependant pas paru devoir être cherchée en dehors des limites du Crétacé moyen.

Une excursion à la localité du Paillon près Saint-Martory (Haute-Garonne) m'a permis de constater la présence de ce genre *Petalodontia* dans le gisement de la Métairie connu depuis Leymerie et qui, à cause de la présence d'*Hippurites Lapeirousei* et *H. radiosus*, a été rapporté par M. Henri Douvillé au Maëstrichtien.

En effet, j'y ai recueilli des valves supérieures dont les mieux conservées rappellent tout à fait les formes de Bohême par l'apparence pétaloïde des dents cardinales dont l'antérieure est assez longue tandis que la postérieure plus réduite est oblique à la précédente. Le ligament était logé dans une échancrure du bord postérieur et à sa suite se place, entre les dents, la fossette cardinale *n* très exigüe. Les impressions myophores presque égales sont portées sur des surfaces saillantes inclinées vers l'extérieur et se relieut chacune à la dent correspondante par une crête.

Je ne connais pas l'appareil myo-cardinal de la valve inférieure qui paraît avoir été assez réduit. Néanmoins, un groupe d'individus, pour la plupart bivalves, qui se rapportent sans doute à ce type, montre, surmontée par une valve supérieure convexe,

1. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895, p. 275-276.

une valve inférieure légèrement cintrée et ornée de côtes longitudinales nombreuses assez marquées.

Sur le côté postérieur on ne trouve aucun indice de rainure ligamentaire. À en juger par les débris de tailles très différentes qu'a fourni ce gisement, il semble que le genre *Petalodontia* y soit représenté par deux espèces au moins.

Il n'est pas sans intérêt de noter la persistance jusqu'au sommet du Crétacé d'un type en somme assez primitif et qui semble avoir très peu évolué depuis le Génomaniien.

DE L'EXTINCTION DES ESPÈCES PAR LA « DÉGÉNÉRESCENCE » OU MALADIE DES RAMEAUX PHYLÉTIQUES. INTRODUCTION A UNE PALÉOPATHOLOGIE GÉNÉRALE¹.

PAR **R. Larger.**

Les groupes ne sont que des abstractions purement conventionnelles, ainsi que Lamarck l'avait déjà dit. Dans la réalité, ces groupes ne se composent que d'un ensemble d'individus unis entre eux par les liens de l'hérédité, c'est-à-dire ayant deux générateurs communs dont ils marquent la descendance. Étudier cette descendance équivaut à étudier les lois de l'hérédité. Or l'hérédité est normale ou pathologique. L'on s'est beaucoup occupé en Biologie générale et en Paléontologie, de l'hérédité normale, *mais nullement de l'hérédité pathologique*. Et cependant cette étude me paraît indispensable pour rechercher la cause de l'extinction des espèces, puisque ces dernières ne se composent que des individus avec leur descendance. Cela étant, les mêmes causes qui déterminent l'extinction des individus, doivent nécessairement déterminer l'extinction des espèces. Or les individus meurent toujours par deux causes différentes : l'une, purement accidentelle, qui est le *traumatisme*, l'autre, la cause normale, qui est la *maladie*. Il en résulte forcément ceci, pour les espèces, c'est que de même que les individus, elles meurent également par les deux mêmes causes : l'une, accidentelle, et l'autre, pathologique. Dans l'espèce, la cause acciden-

¹. Ce travail sera publié in extenso dans le *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et de Paléontologie de la Haute-Marne* (janvier 1911).

telle n'est autre chose que la Sélection naturelle de Darwin. Quant à la maladie qui provoque l'extinction de la descendance, elle a reçu un nom en Pathologie générale, c'est la « Dégénérescence ». Cette dernière est donc essentiellement la maladie par excellence des rameaux phylétiques. Il suit de là que c'est dans une direction unique, celle de la Pathologie, qu'il faudra étudier la cause de l'extinction des espèces.

Qu'est-ce donc que la Dégénérescence? *C'est une maladie, d'abord acquise, ensuite héréditaire, caractérisée par une diminution progressive des moyens de défense de l'organisme et aboutissant à la stérilité ou à l'extinction des individus et de leur descendance.*

La dégénérescence est donc une *maladie* et non une *régression* ou une *anomalie réversible*, ou encore une *dégradation*.

Loin d'appartenir à l'évolution, elle en est tout juste la contrepartie, l'antithèse, elle l'enraye sans cesse dans sa marche ascendante et enfin elle en marque le terme, *car la dégénérescence conduit fatalement à la stérilité et à l'extinction de la descendance.*

La dégénérescence, en pathologie, est donc une chose très différente de ce qu'entendent par là les biologistes et les paléontologistes. La divergence est donc complète et la confusion absolue. Qu'il me suffise de dire que c'est la dégénérescence *seule* qui apporte par ses stigmates au paléontologiste, le critérium qui lui manque absolument, pour décider de ce qui est ou de ce qui n'est pas dégénératif.

Quant à la nature même de la dégénérescence, c'est probablement une altération protoplasmique. Ce qui caractérise le dégénéré, c'est la diminution progressive des moyens de défense de son organisme, contre les microbes et les poisons qui l'entourent, intus et extra, comme tout être vivant. Chez lui, c'est le *terrain* qui est défectueux.

Comment s'acquiert la Dégénérescence? — En un mot : *par l'action de tous les agents perturbateurs de l'évolution et de l'adaptation normales.* Partout où il y a évolution ou adaptation, la dégénérescence vient se glisser subrepticement dans l'hérédité normale, pour la contrarier et la détruire. Cela arrive même dans la *Sélection artificielle* des Bovidés, des Equidés, etc.

Poursuivant ma démonstration par l'« actualisme », je prouve par des exemples de Migration et de Ségrégation que toutes les races ou collectivités humaines qui ont disparu ou sont en train de disparaître, s'éteignent uniquement par la dégénérescence se manifestant invariablement de la même façon, c'est-à-dire par alcoolisme, tuberculose, syphilis... et finalement, stérilité.

Passant ensuite à la Dégénérescence héréditaire, je montre que, contrairement à ce qui se voit encore en Biologie générale, l'hérédité des caractères acquis est tellement évidente aux yeux de tous les pathologistes que « dégénérescence » et « hérédité » sont devenus des synonymes.

Parmi les *Stigmates de la Dégénérescence*, c'est-à-dire les *signes certains* qui permettent de la diagnostiquer, le paléontologiste n'aura affaire qu'aux stigmates *physiques*, ceux principalement du *gigantisme* qui n'est autre chose qu'un *syndrome de Dégénérescence*; c'est-à-dire que le géant n'est qu'un dégénéré parvenu au degré le plus avancé de la dégénérescence. Si l'on rapproche de ce fait celui qui est universellement admis par les paléontologistes, à savoir : que la plupart des groupes ont parcouru une phase de gigantisme, au moment même de leur disparition, on peut considérer que le problème de l'extinction des espèces géantes, trouve dès à présent une solution *suffisante* dans le gigantisme même. Mais la démonstration sera rendue complète, lorsque j'aurai, par la suite, fourni les *preuves anatomo-pathologiques prises sur les fossiles eux-mêmes*.

OBSERVATIONS SUR LES OSTRÉIDÉS, ORIGINE ET CLASSIFICATION

PAR **Henri Douvillé.**

PLANCHES X ET XI.

On sait que les Ostréidés sont des Lamellibranches fixés aux corps sous-marins par la soudure directe d'une de leurs valves : ils n'ont qu'un seul muscle, le muscle postérieur, et pas d'impression palléale, c'est donc un type très dégradé, et cette dégradation résulte de la fixation même.

La disparition du muscle antérieur indique que ce type dérive d'une forme primitive fixée par un byssus, c'est-à-dire probablement d'un Aviculidé plus ou moins modifié. Toutefois ces derniers Mollusques sont généralement couchés sur la *valve droite*, tandis que les Ostréidés sont fixés par la *valve gauche* ; c'est là un caractère distinctif très net, malheureusement il n'est visible que lorsque l'intérieur des valves peut être dégagé, et c'est bien rarement le cas pour les formes anciennes : aussi ne sait-on pas encore d'une manière certaine si certains fossiles du Muschelkalk sont des Ostréidés ou des Pectinidés fixés (Plicatules). Il en résulte que l'origine des Ostréidés est encore bien obscure. Je reviendrai plus loin sur ce sujet.

Les premières espèces nettement caractérisées sont l'*Ostrea sublamellosa* DUNKER et l'*Ostrea marcignana* MARTIN du Rhétien ; dans ces deux formes les deux valves sont subégales, elles sont lamelleuses dans la première, et plissées dans la seconde ; j'ai proposé pour le premier groupe le nom générique de *Liostrea*¹, tandis qu'on peut prendre pour le second le nom de *Lopha*² BOLTEN.

1. Mission de Morgan, Paléontologie, 1904, p. 273 ; par suite d'un lapsus j'ai indiqué comme type *O. lamellosa* mais cette indication fautive a été corrigée presque aussitôt (*B. S. G. F.*, (4), IV, p. 546, 5 juin 1904).

2. M. Gustave Dollfus a bien voulu rechercher l'origine d'un certain nombre de genres proposés pour les Ostréidés, et voici les renseignements qu'il m'a communiqués : *Lopha* BOLTEN 1798 in Museum Boltenianum, p. 168, type *Mytilus crista galli* CHEMNITZ ; autres espèces citées : *O. hyotis*, *O. frons* (espèce vivante). Le genre n'a été repris qu'en 1852 par Mœsch pour *Lopha flabelloides* ; il a été adopté par Adams (1858), Bayle, etc. Il n'était pas connu de Swainson qui créa, en 1840, le genre *Dendrostrea* pour la même *Ostrea cristagalli*.

Rastellum LISTER 1648 (pl. 486) a été créé pour une Huitre fossile d'Angleterre qui est *O. carinata* ou une forme voisine. Ce genre a été admis par la plupart des conchyliologistes anciens jusqu'à Martini, Chemnitz (1778) et Schroeter (1782) ; mais ayant été omis par Linné puis par Lamarck il a été déclaré à tort nul et rejeté.

Alectryonia FISCHER DE WALDHEIM 1807 in Museum Demidoff, a pour type également *Mytilus cristagalli* ; il serait donc synonyme de *Lopha*.

Je vais suivre le développement de ces deux groupes dans la succession des temps géologiques.

I. *LIOSTREA*, *LIOGRYPHEA*, *PYCNODONTA*, *EXOZYRA*.

Les *Liostrea* sont extrêmement répandus dans tout le Secondaire ; il suffira de citer *sublamellosa* DUNKER de l'Infralias, *acuminata* Sow. du Bathonien, *unciformis* BUV. de l'Oxfordien, *deltoidea* Sow. du Kimmeridien, *expansa* Sow. du Portlandien, *Leymeriei* DESH. de l'Aptien, *acutirostris* ORB. du Sénonien. Mais ils sont fréquemment remplacés par des formes modifiées, résultant d'un changement d'habitat.

Quand les dépôts deviennent plus profonds et constitués par des vases fines, la coquille manque de point d'appui solide ; elle trouve encore quelque petit débris pour se fixer dans le très jeune âge, mais bientôt elle devient plus lourde que son support, elle le dérachine et continue à se développer simplement couchée sur le fond ; les coquilles qui vivent dans ces conditions prennent une forme particulière, la valve inférieure se creusant tandis que la valve supérieure s'aplatit. C'est ainsi que prend naissance le groupe des *Liogryphea* FISCHER, représenté successivement par les espèces suivantes : *arcuata* LAMK., *obliqua* Sow., *cymbium* LAMK. du Charmoutbien, *ferruginea* TERQ. du Toarcien, *alimena* ORB. du Kellovien, *dilatata* Sow. du Kellovien et de l'Oxfordien. La forme se modifie un peu à partir du Crétacé ; en particulier on voit apparaître des rides marginales de chaque côté de l'aréa ligamentaire, c'est le groupe des *Pycnodonta* FISCHER DE WALDHEIM, avec les espèces suivantes : *vesiculosa* Sow. du Vraconnien, *Baylei* GUÉR. et *biauriculata* LAMK. du Cénomanién, *proboscidea* ARCH. du Santonien, *vesicularis* LAMK. de l'Aturien, puis *Archiaci* ORB. de l'Eocène et *cochlear* POLI du Pliocène, encore vivante dans la Méditerranée, et toujours dans des eaux relativement profondes. Les deux valves sont ordinairement lisses comme dans les *Liostrea*, mais exceptionnellement on voit apparaître des côtes fines sur la valve inférieure gauche, dans *Liogryphea Beaumonti* RIVIÈRE du Toarcien ; cette ornementation persiste dans *L. gibriaca* MARTIN du Bajocien et du Bathonien. Elle reparait dans quelques Pycnodontes (*P. Arnaudi* COQ., *P. Costei* COQ.).

Une autre modification plus importante prend naissance dans le Jurassique supérieur. On sait que la fixation de la coquille se fait par un point du bord ventral sous l'action du pied de l'animal qui adhère au corps étranger, de sorte que le bord de la

coquille nouvellement formé et encore mou, pressé entre le pied et son point d'appui, se moule sur ce dernier et finit par rester adhérent. Ce point de fixation est ordinairement placé vers le milieu du bord ventral et la coquille se développe à peu près également des deux côtés; elle reste alors équilatérale (ou plus exactement pseudo-équilatérale, puisque dans toutes les coquilles anisomyaires ou monomyaires le côté antérieur est toujours plus ou moins atrophié). Mais d'un autre côté, dans ses mouvements d'ouverture et de fermeture, la coquille est soumise à des efforts appliqués sur l'impression musculaire, efforts qui tendent à détacher la coquille de son support, et dont l'action sera d'autant plus forte qu'ils agiront à l'extrémité d'un bras de levier plus long; c'est-à-dire que le muscle sera plus éloigné du point de fixation. On s'explique ainsi que dans les Ostréidés ce point de fixation tende à se déplacer vers le muscle, c'est-à-dire du côté postérieur; mais alors le côté postérieur gêné dans son développement s'accroît moins vite que le côté antérieur qui s'allonge suivant une courbe spiralée autour du point de fixation; c'est ainsi que prend naissance le type *Exogyra* SAY, caractérisé par la forte courbure du côté antérieur, dans le sens du développement de la coquille, d'où résulte un enroulement du crochet dans le plan de la commissure; le ligament participe au même mouvement, prend une forme arquée et la partie postérieure de l'aréa est plus ou moins atrophiée.

Les premières *Exogyres*, *nana* SOW. du Kellovien-Oxfordien, *bruntrutana* THURMANN du Kimméridien, se rattachent aux *Liogryphea*¹ par leurs valves lisses, l'inférieure très creuse et la supérieure plate. Elles prennent un développement des plus remarquables dans le Crétacé: *Couloni* ORB. du Néocomien, *aquila* BRONGNIART de l'Aptien, *conica* ORB. du Cénomanién, *auricularis* NILSS., du Santonien. Un petit groupe est remarquablement orbiculaire, *columba* DESH. du Cénomanién et du Turonien, *Overwegi* BUCH, de la Craie tout à fait supérieure. Souvent apparaissent des côtes radiantés, d'une extrême finesse dans *Ex. virgula* DEFR., du Kimméridien, beaucoup plus grosses dans *Ex. flabella* ORB., du Cénomanién, dans *Ex. Matheroni* ORB., de l'Aturien, et quelquefois même épineuses, *Ex. spinosa* MATH., de l'Emschérien. Aucune *Exogyra* vraie n'a été encore signalée dans le Tertiaire.

Dans presque tous les gisements, les *Exogyres* sont associées d'abord aux *Liogryphea*, puis aux *Pycnodonta*.

1. L'*Exogyra nana* accompagne à Villers la *L. dilatata* sur laquelle on la trouve souvent fixée, dans les couches à *Pelloceras athletoides*.

II. *LOPHA*, *ARCTOSTREA*, *OSTREA*, *Gryphea*.

Toutes les Huîtres à valves plissées et à commissure dentée avaient été réunies par Fischer (Man. Conch. 1886) sous le nom d'*Alectryonia* FISCHER DE WALDHEIM 1807. Bayle a repris le nom de *Lopha* BOLTEN 1798 pour les formes pseudo-équilatérales et celui d'*Alectryonia* pour le groupe de l'*O. carinata*. J'avais accepté cette manière de voir, mais M. Pervinquière a fait observer avec raison¹ que ces deux noms étaient rigoureusement synonymes et a proposé le nom d'*Arctostrea* pour le second groupe.

Lopha débute comme je l'ai dit plus haut par *L. marcignana* MARTIN du Rhétien ; on peut citer parmi les espèces jurassiques, *Marshi* SOW. du Bajocien-Bathonien, *flabelloides* ZIETEN et *gregaria* SOW. de l'Oxfordien, *solitaria* SOW. du Rauracien, *pulligera* GOLDF. du Jurassique supérieur. Ce genre est très développé dans le Crétacé (*diluviana* LINNÉ du Cénomanién, *santonensis* ORB. du Sénonien) et surtout dans la Craie supérieure de la Mésogée: *Syphax* COQ. du Cénomanién, *dichotoma* BAYLE, *Renoui* COQ., *Forgemoli* COQ., *Solliési* COQ., *Villei* COQ., à côtes fortes et souvent aiguës, *Tissoti* PERON, *Aucapitanei* COQ., *Nicaiséi* COQ., à côtes arrondies, toutes ces formes du Sénonien, *Bomilcaris* COQ. du Danien ; il faut ajouter *L. Gauthieri* de l'Aturien qui conserve longtemps les caractères des *Liofstrea* et ne prend que plus tard les denticulations des *Lopha*. Le groupe devient très rare dans l'Éocène où on ne peut guère citer que *L. Clotbeyi* BELLARDI dans le Nord de l'Afrique, *L. Martinsii* D'ARCH. à Biarritz et *L. orbicularis* SOW. dans l'Inde. Il reparait dans le Néogène avec *L. hyotis* CHEMNITZ, qui se retrouve dans les mers actuelles, avec *L. cristagalli*.

Dès la base du terrain jurassique supérieur on voit apparaître une modification analogue à celle qui a donné naissance aux *Exogyres* ; le point de fixation se déplace du côté postérieur, qui se développe moins que le côté antérieur et la coquille prend une forme arquée, c'est le groupe des *Arctostrea* PERV. qui va se développer parallèlement à celui des *Exogyra*, et qui se distinguera non seulement par sa courbure, mais encore par sa forme presque toujours étroite et très allongée. Cette disposition déjà marquée dans *A. rustica* DEFR.² est très nettement caractérisée dans *A. amor* du Kellovien ; les denticulations de la commissure sont extrêmement développées, tandis

1. Séance de la Soc. géol. de Fr., 20 juin 1910, p. 119.

2. *Paleontologia universalis*, n° 72.

que la partie médiane de la coquille est presque lisse ; elle est remplacée dans le Jurassique supérieur par *A. colubrina* GOLDF., où les côtes se prolongent dans la zone médiane. Ces formes sont encore relativement rares, elles deviennent très abondantes dans le Crétacé : *macroptera* SOW. du Néocomien et de l'Aptien. *carinata* LAMK., *Ricordeaui* ORB. et *Zeilleri* BAYLE du Cénomanién.

Une des formes les plus communes de la Craie de Maëstricht avait été distinguée dès 1813 par Schlotheim sous le nom d'*Ostracites ungulatus* ; en 1820 le même auteur distingue trois espèces de cette même localité, *Ostracites crista complicatus* pour une forme voisine de *A. Zeilleri*, mais à côtes plus fines, *Ostracites crista ungulatus*, et *Ostracites crista urogalli*. D'après les figures de Knorr auxquelles renvoie l'auteur, il semble bien que les deux dernières dénominations s'appliquent à une même forme, adulte et jeune, qui devra alors porter le nom de *A. ungulata* SCHLOTHEIM 1813. Or c'est seulement en 1819 que Lamarck¹ a proposé le nom de *O. larva* pour une espèce de Maëstricht en renvoyant à une des figures de Knorr, et c'est précisément aussi une des figures auxquelles l'année suivante Schlotheim renverra pour son *O. crista urogalli* ; nous venons de voir qu'il ne paraît pas possible de séparer cette forme de *O. ungulatus* ; le nom de Lamarck tombe donc en synonymie comme l'ont reconnu tous les paléontologues depuis Coquand. Une forme analogue est assez fréquente à Royan, elle se distingue de celle de Maëstricht par ses denticulations plus larges et moins nombreuses.

Enfin une dernière espèce plus petite, lisse en dessus, ne présentant guère que trois larges denticulations arrondies, correspond à *A. lunata* NILSSON. Elle est intéressante, parce qu'elle ressemble beaucoup aux rares espèces actuellement vivantes. Ce genre paraît manquer complètement dans les terrains tertiaires de nos régions.

A côté des *Arctostrea* typiques, il existe un certain nombre de *Lopha* présentant une tendance marquée à la forme exogyroïde, mais sans cependant que celle-ci atteigne un aussi grand développement que dans le groupe précédent. Ce sont des coquilles de forme simplement arquée, dans lesquelles les côtes sont bien développées dans la région antérieure, et à peine marquées du côté opposé. Goldfuss (1840) a attribué une de ces formes à l'*O. larva* (pl. LXXV, fig. 1 à 6) ; Coquand les a réunies à l'*A. ungulata*, d'autres au contraire ont été considérées par Peron

¹ *Hist. nat. d. anim. sans vert.*, t. VI, p. 210.

comme de simples variétés falciformes de diverses espèces; elles sont assez fréquentes dans la Mésogée et il semble nécessaire de les distinguer. Il est incontestable qu'on peut souvent les rattacher à des *Lopha* du type ordinaire, et d'un autre côté certaines variétés extrêmes deviennent presque des *Arctostrea*, mais les côtes postérieures restent toujours bien moins développées.

En 1904, j'ai figuré¹ une série de ces formes arquées sous le nom de *Lopha cristatula* H. D. extrêmement voisine d'une forme plus triangulaire presque normale, *L. Morgani* H. D. Je figure aujourd'hui (pl. XI, fig. 15) une forme analogue provenant du Maëstrichtien de Saint-Marcet (Haute-Garonne) et très voisine de celle que Goldfuss avait confondue avec *O. larva*; elle ne diffère de l'espèce de Perse que par des côtes un peu plus nombreuses.

J'ai fait également reproduire (pl. XI, fig. 1 et 2) un *Lopha* recueilli par M. Roux dans le Dordonnien du djebel Bliji au Sud de Redeyef et qui peut être considéré comme une simple variété falciforme du *L. Tissoti* TH. et P. Ces échantillons sont très voisins d'un des types de Peron (Miss. tun., pl. xxiv, fig. 1, 2) mais plus arqués, et en même temps on voit se dessiner dans la région cardinale un petit lobe postérieur, qui se retrouve dans *Arctostrea*, mais avec un développement plus accentué.

Notre confrère, M. Roux, m'a également remis un certain nombre d'échantillons recueillis immédiatement au-dessous des Calcaires à Inocérames et qui constituent une série tout à fait parallèle aux échantillons de Perse que je viens de rappeler. Certaines formes (pl. XI, fig. 4 et 5) sont triangulaires et rappelleraient soit une variété naine de l'*O. Tissoti* (THOMAS et PERON. Miss. tun., pl. xxiv, fig. 6 et 7), soit la figure 1 (*loc. cit.*) du *L. Morgani*. Mais ces formes sont plus triangulaires et surtout les petites côtes du côté postérieur et les denticulations correspondantes sont bien plus nettement marquées, je les désignerai sous le nom d'*O. Bursauxi*, en dédiant cette espèce à l'éminent ingénieur dont les recherches ont contribué à nous faire connaître la géologie de la région de Gafsa. Certaines variétés larges (pl. XI, fig. 6) ont une forme presque ovale et rappellent un peu *L. Aucapitaini* COQ., tandis que que d'autres très étroites (pl. XI, fig. 7) établissent le passage entre les formes encore triangulaires et à côtes antérieures bien développées et les formes arquées; mais les côtes postérieures sont encore peu nombreuses, on n'en compte que 5 ou 6. Les formes

1. Mission scient. en Perse par J. DE MORGAN, Paléontologie, pl. xxxvi, fig. 1 à 7 et fig. 8 à 15.

franchement arquées (pl. XI, fig. 8 à 10) rappellent *L. cristatula* H. D., mais les côtes antérieures sont beaucoup plus nombreuses, 13 environ dans les formes les plus typiques, ce nombre pouvant descendre à 10 et même à 8. Les côtes postérieures sont toujours extrêmement peu développées; elles ne sont guère visibles que sur la tranche de l'échantillon et par les denticulations du bord. Dans les variétés extrêmes (pl. XI, fig. 11 à 14) la partie supérieure de la valve présente un méplat longitudinal bien marqué tout à fait comparable à celui qui caractérise *A. ungulata*, mais le côté postérieur est moins développé et le passage se ferait plutôt du côté de l'*A. lunata* NILSS. par la diminution du nombre des denticulations. Je dédie cette espèce (*L. Rouxi*) à mon ancien élève et zélé collaborateur, ingénieur aux mines de Redeyef.

Nous avons vu que les *Lopha* devenaient très rares à partir du Tertiaire, c'est qu'elles sont remplacées par une branche dérivée, celle des *Ostrea* (sensu stricto = groupe de l'*O. edulis*), qui correspond à une dégradation nouvelle du type.

Dans les formes précédentes, les deux valves sont encore subégales et ont à peu près la même ornementation sauf dans les formes de mer profonde (*Liogryphea*, *Pycnodonta* et certains *Exogyra*). Mais en conséquence de la station toujours couchée sur la valve gauche, la valve droite présente une tendance marquée à devenir plus plate et par suite moins ornée; les côtes deviennent moins saillantes et elles finissent par disparaître sur cette valve, en même temps qu'elles s'atténuent sur la valve gauche fixée. C'est ainsi qu'apparaissent les premiers *Ostrea* dans le Vraconnien du Liban, *O. Dieneri* BLANCK. à valve inférieure costulée et à valve supérieure lamelleuse, bien voisine du *Lopha alicula* HAMLIN, des mêmes couches.

A partir de ce moment on rencontre dans les diverses assises de la Craie supérieure quelques rares représentants du groupe: ainsi dans le Santonien, *O. Vatonnei* TH. et P. avec les *O. Heinzi* TH. et P. et *Welschi* TH. et P. qui n'en sont probablement que de petites variétés, dans l'Aturien *O. Osiris* ZITTEL et surtout dans le Danien *O. Bretoni* TH. et P. à valve inférieure finement plissée, dont l'analogie avec l'*O. multicosata* avait déjà frappé Thomas.

A partir de l'Éocène inférieur, ce type rare jusque là devient brusquement prédominant et caractéristique; ses représentants dans les couches de la base du Tertiaire parisien sont connus depuis longtemps sous les noms de *bellovacina* LAMK. dans le Landénien, et de *multicosata* DESH. dans l'Yprésien. En 1864,

Deshayes¹ décrivait sous le nom d'*O. submissa*, une forme très voisine de cette dernière qui même n'en est peut-être pas spécifiquement distincte, et qui se rencontre dans le Landénien à Chalons-sur-Vesle, dans l'Yprésien à Cuise-la-Motte et jusque dans le Lutécien. On voit ainsi que ce type *multicostata-submissa* a une grande extension verticale, et se prolonge jusqu'à l'*O. flabellula* LAMK. du Lutécien. Il est facile de voir que l'*O. bellovacina* se rattache également au même type, car certains échantillons de Noailles où la surface de fixation est très petite, ont exactement dans le jeune âge, la forme et l'ornementation de l'*O. submissa*; cette disposition est bien visible sur la figure 1 de la planche X qui reproduit un de ces spécimens. C'est seulement plus tard que par l'élargissement des côtes et la disparition de certaines d'entre elles, l'échantillon prend son ornementation caractéristique, de sorte que l'*O. bellovacina* n'est en somme qu'une forme dérivée de l'*O. submissa*.

Dans le Midi de la France, le groupe précédent est remplacé dans le Lutécien par une forme qui depuis longtemps a été distinguée comme *O. strictiplicata* par Raulin et Delbos; pour bien en préciser les caractères, j'en ai fait figurer deux échantillons, l'un à côtes fines (pl. X, fig. 6), l'autre à côtes un peu plus grosses (pl. X, fig. 7). Mais même le premier présente une ornementation plus accentuée que celle du groupe précédent, les côtes sont plus fortes et moins nombreuses.

Dans la région de Gafsa le développement des *Ostrea* du groupe de l'*edulis* caractérise également le début de l'Éocène; Locard² les a toutes attribuées à l'*O. strictiplicata*, tandis que Thomas³ distingue *O. multicostata*, *O. bellovacina* et *O. cf. flabellula*, l'*Ostrea strictiplicata* étant devenu une simple variété de la première de ces espèces. Je serais plutôt disposé à admettre partiellement les deux manières de voir: si l'on se reporte à la figure 3 de la planche X on voit que certaines Huîtres de la couche à phosphates sont identiques au jeune de l'*O. bellovacina*, c'est-à-dire à l'*O. submissa* ou *multicostata*, tandis qu'au contraire la figure 9 est identique à la figure 6 qui reproduit une *O. strictiplicata*.

Dans le premier groupe les côtes sont plus fines, plus serrées, et plus nombreuses, surtout dans la région postérieure.

1. DESHAYES. Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris.

2. Description des Mollusques fossiles des terrains tertiaires inférieurs de Tunisie, *Expl. sc. de la Tunisie*, 1889.

3. Descr. de quelques fossiles nouv. ou critiques (*Ibid.*), 1893.

Quant aux très gros échantillons, fréquents dans la couche à phosphates et caractérisés par leurs grosses côtes, on pourrait les considérer soit comme l'*O. bellovacina*, soit comme des formes dérivées de *O. strictiplicata*. Les deux espèces qui sont nettement séparées en France paraissent au contraire se développer simultanément en Tunisie, et sont probablement reliées par des formes de passage.

J'ai fait figurer deux autres échantillons des couches à phosphates de Redeyef (pl. X, fig. 8 et 9), qui sont remarquables par la saillie anormale que présentent les côtes de distance en distance, c'est une variété *inæquicostata* de l'*O. multicosata*.

L'*O. bogharensis* Coq. assez fréquente en Algérie et dans le Nord de la Tunisie, paraît différer notablement de l'*O. strictiplicata*. Par sa forme extérieure, elle ressemble à une Exogyre; mais l'area ligamentaire ne présente pas la disposition caractéristique de ce genre.

Les formes plus récentes du groupe se différencient difficilement de l'*O. edulis* actuelle; on sait que l'habitat de cette dernière est ordinairement compris entre les profondeurs de 10 et de 50 mètres.

Il faut encore rattacher aux *Lopha* le groupe de l'*Ostrea angulata* LAMK. (Huître de Portugal), pour lequel Lamarck a proposé le genre *Gryphea*. Il est facile de voir que cette espèce présente dans le jeune âge de gros plis rayonnants et à ce moment la commissure est franchement denticulée; cette disposition est bien marquée sur certains échantillons d'Arcachon. Il en résulte que les *Gryphea* doivent être considérées comme des *Lopha*, modifiés par leur habitat dans la zone littorale.

Ce genre comprend un grand nombre de formes, principalement du Tertiaire supérieur, *Gr. longirostris*, *Gr. crassissima*, *Gr. undata*, etc., elles ont toutes un habitat littoral et servent souvent de support à des Balanes.

RÉSUMÉ

On voit que les deux groupes que j'ai distingués en commençant peuvent se suivre assez facilement dans la série des terrains, et qu'ils se modifient suivant leur mode de fixation et suivant leur habitat.

En eau profonde, la coquille devient gryphoïde (*Liogryphea*, *Pycnodonta*); elle se recourbe en forme d'Exogyre lorsqu'elle

doit résister à des courants (*Exogyra*, *Arctostrea*), en même temps la valve supérieure s'aplatit.

Dans les formes plissées (*Lopha*) cet aplatissement coïncide avec un moindre développement des plis qui finissent par disparaître sur la valve supérieure (*Ostrea*) ; ils disparaissent de bonne heure sur les deux valves dans les formes littorales (*Gryphea*).

DES COQUILLES OSTRÉIFORMES

On connaît un certain nombre de coquilles qui ressemblent tellement à des Huîtres par leur forme et leurs caractères extérieurs qu'elles peuvent facilement être confondues avec elles, lorsque les caractères internes ne sont pas visibles, ce qui est fréquemment le cas pour les fossiles. En les passant en revue, il sera facile de se rendre compte que cette forme particulière de coquille résulte de sa fixation ou plus généralement de son immobilisation.

Certains *Gyropleura* (*G. sublævis* H. D) ressemblent extraordinairement à des Exogyres, et cependant ce sont des Mollusques dimyaires ; mais cette analogie n'est que superficielle : en effet c'est la valve droite qui est fixée et non la valve gauche. La forme exogyroïde résulte toujours d'une fixation latérale, et dans les Rudistes la fixation a toujours lieu du côté antérieur ; la raison en est facile à comprendre : l'animal a des ouvertures siphonales nettement délimitées et il est utile que ces ouvertures soient le plus possible dégagées, et par suite éloignées du point de fixation. L'organe qui produit cette fixation, c'est-à-dire le pied, se déplace alors du côté opposé, mais il ne peut dépasser le muscle antérieur et c'est là où la fixation se produit. Quand l'animal est fixé par la valve gauche (formes normales) la forme est inverse de celle des Exogyres, elle redevient semblable lorsque la fixation s'effectue par la valve droite. Du reste, les Rudistes sont des formes beaucoup moins dégradées que les Huîtres, et le test conserve tout d'abord la texture normale des Hétérodontes ; c'est seulement dans le terrain crétacé que certaines formes comme les Radiolites présentent une dégradation celluleuse des couches externes qui rappelle un peu ce que l'on observe dans les Huîtres.

Les *Myochama* STUTCHBURY et les *Chamostrea* ROISSY sont également des coquilles fixées homomyaires, on les a rapprochées des *Osteodesmes* et des *Verticordia* à cause de leur test nacré et de leur osselet ligamentaire ; leur forme est analogue à celle des Chames.

Un autre groupe a été longtemps confondu avec les Huîtres, c'est celui des *Chondrodonta* STANTON, j'ai montré que c'était une coquille dimyaire à rapprocher des *Pinna* ; ici encore la coquille a pris la forme d'une Huître, parce qu'elle est fixée comme les Huîtres et également par la valve gauche.

La fixation directe se rencontre fréquemment dans les Monomyaires, et principalement dans les Pectinidés : ceux-ci sont toujours couchés sur la valve droite, c'est donc par cette valve qu'ils se fixeront et ce caractère les distinguera immédiatement des Huîtres. Une des formes fixées les plus anciennes est représentée par les *Plicatules* presque impossibles à distinguer des Huîtres lorsque les caractères internes ne sont pas visibles, mais ceux-ci sont nettement différents : les *Plicatules* en effet sont fixées par la valve droite, ont des dents cardinales et une impression palléale. Les *Terquemia* TATE remontent au moins dans l'Infralias et ressemblent tout à fait aux *Spondyles* dont ils diffèrent par l'absence de dents cardinales. Ils paraissent dérivés directement des *Eopecten* H. DOUVILLÉ dont la valve inférieure est aplatie comme celle des *Semipecten* ; cette disposition résulte de la brièveté du byssus qui maintient cette valve appuyée contre son support. Dans les *Eopecten* comme dans les *Terquemia* et les *Spondylus* on observe une aréa ligamentaire triangulaire et souvent très développée ; la partie centrale du ligament, plus ou moins cartilagineuse, est nettement séparée, comme dans tous les Pectinidés, du ligament proprement dit qui occupe toute la longueur de la charnière : dans *Eopecten* et *Terquemia*, il est logé dans une rainure médiane étroite et profonde ; dans les *Spondyles* cette rainure s'est refermée et la partie principale du ligament est devenue interne. Cette disposition tout à fait caractéristique des Pectinidés est bien différente de celle des Huîtres où la dépression médiane de l'aréa ligamentaire est beaucoup plus large et moins profonde.

J'ai encore à signaler un type ostréiforme très intéressant, celui des *Vulsellidés* dont beaucoup de formes fossiles ont été prises pour des Huîtres. Elles se rattachent directement aux *Avicules*, dont elles ont souvent conservé le test nacré, mais elles présentent cette particularité qu'aucune de leurs valves n'est fixée, la coquille tout entière se trouvant seulement immobilisée au milieu des Éponges où elles vivent. Il n'est donc pas nécessaire pour qu'une coquille prenne l'apparence d'une Huître, qu'une de ses valves soit fixée directement, il suffit que la coquille soit immobilisée ; il est probable que dans ce cas le pied est atrophié comme dans les Huîtres.

En résumé nous voyons qu'il peut se présenter deux cas :

1° La coquille a les deux lobes du manteau en grande partie soudés et deux ouvertures siphonales nettement délimitées, alors la coquille se fixe toujours dans le voisinage du muscle antérieur ; c'est le cas des *Rudistes*, des *Myochama* et des *Chamostrea*.

2° Les deux lobes du manteau sont entièrement ou presque entièrement libres, alors l'immobilisation suffit pour que la coquille prenne la forme des *Lopha* : fixation directe dans les *Chondrodonta* et certaines *Plicatules*, immobilisation dans les *Vulsellidés* anciens, *Heligmus*, *Pseudoheligmus*, *Vulsellopsis* ; les formes dérivées des *Pectinidés* conservent ordinairement leur ornementation particulière, *Terquemia*, *Spondylus*, *Hinnites*.

Revenons maintenant à l'origine des Huîtres ; elles ont perdu leur muscle antérieur, ce qui indique qu'elles dérivent d'un type byssifère ; parmi ceux-ci il faut écarter les *Pectinidés* toujours couchés sur la valve droite et dont l'aréa ligamentaire avec son profond sillon médian diffère nettement de celle des Huîtres. Le seul groupe qui s'en rapproche à ce point de vue est celui des *Limidés*, où l'aréa ligamentaire présente à peu près les mêmes caractères que dans les *Ostréidés*. En outre les *Limes* ne sont pas couchées sur la valve droite comme beaucoup d'*Avicules*, elles vivent dans une position presque dressée comme le montrent l'égalité des valves, toutes deux échancrées par l'ouverture pédieuse ; c'est à peine si l'échancrure de la valve droite un peu plus prononcée rappelle leur parenté avec les *Avicules*. Dans cette position, elles viennent s'appuyer par leur côté antérieur sur leur soutien, comme l'indique l'aplatissement si marqué de la région antérieure de la coquille chez les *Plagiostomes*. Une coquille dressée, orthoconque, peut se coucher aussi bien sur le côté droit que sur le côté gauche : c'est ce que nous voyons chez les *Diceras*, à l'origine des *Rudistes* ; ici, chez les *Limidés*, la fixation par la valve gauche aurait donné naissance aux *Ostréidés*.

M. L. Pervinquière présente quelques observations sur la nomenclature des *Ostracés*, à propos de la classification phylogénétique exposée par M. Henri Douvillé.

Lopha BOLTEN, 1798, et *Alectryonia* FISCHER DE WALDHEIM, 1807 (Musée Demidoff) sont rigoureusement synonymes ; les deux auteurs ont choisi le même type (*Mytilus crista galli* LINNÉ) ; ils citent les mêmes espèces (*O. hyotis* L., frons L. non Park. et auct. etc.). Ulté-

rieurement, dans sa lettre à Ferrussac (1835), Fischer de Waldheim a étendu son genre aux formes étroites, souvent arquées, caractéristiques du Crétacé, et qu'on a pris l'habitude d'appeler *Alectryonia*, mais ce n'est pas le sens original.

Il faut donc choisir entre *Lopha* et *Alectryonia*. Ce dernier terme semble devoir être retenu pour l'ensemble du groupe, l'ouvrage de Bolten étant un catalogue de vente qui n'a pas eu une publicité suffisante. *Rostellum* a été employé depuis longtemps comme nom commun (Lister, Knorr, d'Argeville, Faujas de Saint-Fond, etc.), mais il n'a jamais été délimité comme genre; d'ailleurs il était appliqué lui aussi aux formes du groupe d'*O. crista galli* et d'*O. hyotis*; c'est donc encore un synonyme des deux noms précédents.

Dans un travail en cours, M. Pervinquière a employé le nom d'*Arctostrea* pour ces formes étroites, carénées, souvent arquées, ornées de côtes plus ou moins serrées, dont le type est *Ostrea carinata* LAMARCK. Il lui donne seulement une valeur sub-générique, car ces formes sont étroitement reliées aux véritables *Alectryonia*.

LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DE REDEYEF (TUNISIE)¹

PAR **Roux** et **Henri Douvillé**.

La région étudiée s'étend à l'Ouest de Gafsa jusqu'au delà de la frontière algérienne, vers Négrine. Elle comprend, au centre, la plaine de Tamerza qui s'étend entre deux zones montagneuses, au Nord, les Djebel Msila, Dj. Mrata, Dj. bou Dinar qui la séparent de la plaine des Nemencha, au Sud, la chaîne du Dj. Bliji au delà de laquelle s'ouvre la dépression du Chott Rharsa. Deux coupes Nord-Sud mettent en évidence la structure de la région : la première traverse le Djebel (ou Seniet) bou Dinar, au Sud de Sidi bou Diaf, par la coupure de l'Oued Oum el Arais (Moularès) (fig. 1) : elle montre que cette ride montagneuse est formée par un pli couché vers le Sud, constitué en grande partie par les calcaires à Inocérames de la Craie supérieure, flanqué au Sud par une ligne de collines tertiaires; celles-ci correspondent à un synclinal où coule l'Oued Tebaga, et au delà duquel reparaissent les couches éocènes.

La coupe du Sud (fig. 2) en travers du Dj. Bliji, fait voir que cette montagne est constituée par un dôme éventré :

1. Cette note comprend deux parties distinctes, un ensemble de coupes détaillées relevées sur le terrain par M. Roux, ingénieur de la compagnie des Mines de Gafsa à Redeyef, et l'examen critique des fossiles par M. Henri Douvillé. Pour la commodité de l'exposition ces deux parties ont été fusionnées.

la plongée des couches est faible et régulière sur le versant nord, tandis qu'elle devient de plus en plus forte sur le versant sud, atteint la verticale et la dépasse même sur la bordure de la chaîne; cette structure est bien marquée sur la carte topographique à 1/100000.

Ces deux sortes d'accidents, pli isoclinal couché vers le Sud et dôme à versant sud plus ou moins redressé se reproduisent fréquemment dans la région.

La succession des couches est très régulière; elle est résumée dans le tableau ci-joint; elle comprend le Crétacé depuis le Turonien, qui constitue le noyau du dôme, jusqu'aux terrains tertiaires et quaternaires qui s'étalent dans les plaines, au Nord et au Sud.

Au point de vue stratigraphique on peut distinguer deux ensembles de couches, un système inférieur composé d'assises se succédant en série régulière et concordante et comprenant le Crétacé et l'Éocène, et un système supérieur discordant avec le précédent et appartenant au Néogène. Enfin le tout est raviné par les dépôts quaternaires. Nous allons passer successivement en revue ces différents termes.

Crétacé. — **TURONIEN (V).** — Il constitue la partie la plus inférieure de la coupe du Djebel Bliji; il est représenté par environ 200 mètres de calcaires et de marnes en bancs peu puissants, dans lesquels on a recueilli des Rudistes caractéristiques, *Durania Arnaudi* CHOFFAT, forme voisine du *D. cornupastoris* D'ORB. (ancien *Biradiolites*), et *D. gaensis* DACQUÉ. Il est probable que ce sont ces fossiles qui avaient été cités comme Hippurites par le Service topographique¹; Ph. Thomas a mis en doute l'existence de ces fossiles et ne cite pas dans sa coupe (p. 611) de couche plus ancienne que l'Aturien inférieur, tout l'ensemble des terrains inférieurs lui a échappé.

EMSCHÉRIEN (U, T). — Il est principalement marneux et peut-être divisé en deux sous-étages: l'inférieur U, épais de 150 mètres environ, est composé de marnes foncées avec bancs gréseux et lumachelles; il est caractérisé principalement par des Huîtres, *Lopho semi-plana* Sow., *Pycnodonta Costei* Coq., *Liostrea Boucheroni* Coq. et paraît correspondre à la faune citée au Dj. Taferma par Ph. Thomas (*loc. cit.*, p. 512); elle est considérée par cet auteur comme formant passage du Turonien au Sénonien, mais elle semble plutôt appartenir à ce dernier étage.

Le sous-étage supérieur T comprend encore à la base, des marnes de couleur foncée (T₂); la partie supérieure (T₁) est

1. Voir Ph. THOMAS, Essai d'une description géologique de la Tunisie, p. 621.



FIG. 1. — Coupe par Ain-Moularès. — Échelle des long. et haut. 1/20 000.
Pour la légende voir le tableau ci-contre.

		ASSISES.		Épais. moyenne en mètres.
QUAT.	C	Sables faiblement argileux..... Terre noire interstratifiée.....		
	D				Cailloutis à ciment souvent gypseux..
MIOCÈNE.	E	Argiles rouges avec gros galets..... Bancs de grès et de sables grossiers... Argiles rouges à grains de quartz..... Argiles pures, rouges ou brunes..... Marnes vertes sableuses, à dragées... Sables et grès blancs très purs..... Sables jaunes avec banc de grès noir. Conglomérat quartzeux.....		200
	F ₁			
	F ₂			
	G			
	H			
	I			
ÉOCÈNE.	J	Marnes et calcaires supérieurs..... Gypses et bancs minces calcaires..... Calcaires marneux tendres..... Calcaires du toit à silex..... Zone phosphatée..... Calcaires inférieurs à silex.....		20 150 50 30 à 50
	K			
	L			
	M			
	N			
	DAN.				O	Calcaires marneux à boulets..... Marnes foncées.....		30
ATURIEN.	P	Calcaires massifs (silex à la base).... Calcaires et marnes de couleur claire. Marnes foncées avec lits de Bryo- zoaires..... Calcaires massifs tendres sans silex..		60 150 70
	Q			
	R			
	S			
EMSCHERIEN.	T ₁	Calcaires et marnes de couleur claire. Calcaires et marnes de couleur foncée. Marnes foncées, bancs gréseux, luma- chelles.....		150 200 150
	T ₂			
	U			
TUR.	V	Calcaires et marnes en lits minces....		200

	S.
<i>Rhinoceros tichorinus.</i> <i>Helix melanostoma.</i> Silex taillés du type chelléen.	
Galets à Nummulites. Niveau de l' <i>Helix Tissoti.</i> Niveau de la <i>Gryphea gingensis</i> d'H. Souatir. Bois silicifiés, dents de Crocodiles, Os d'Antilopes (niveau de la faune de Tozeur à <i>Merycopotamus</i>).	
<i>Ostrea multicosata, Carolia.</i> <i>O. multicosata</i> , gros Bivalves. <i>O. multicosata, O. bellovacina,</i> <i>O. strictiplicata, Thersitea, Dyrosaurus.</i> <i>O. punica, O. strictiplicata, Cardita.</i>	
<i>Exogyra Overwegi, Roudairia Drui.</i>	
<i>Inoceramus Cripsii.</i> <i>Lopha Gauthieri, L. Bursauxi, L. Rouxi, R. Drui,</i> <i>Libyoceras Ismaeli, Lopha Villei,</i> <i>Orbitoides Tissoti, Arnaudiella.</i> <i>Lopha Nicaisei, Orbitoides Tissoti.</i>	
<i>Tissotia Fourneli, T. Tissoti, Pachydiscus,</i> <i>Pyrina Bleicheri, Hemiaster Fourneli.</i> <i>Hemiaster Fourneli.</i> <i>Lopha semiplana, Pycnodonta Costei,</i> <i>Liostrea Boucheroni.</i>	
<i>Durania Arnaudi, D. gaensis.</i>	
	N.

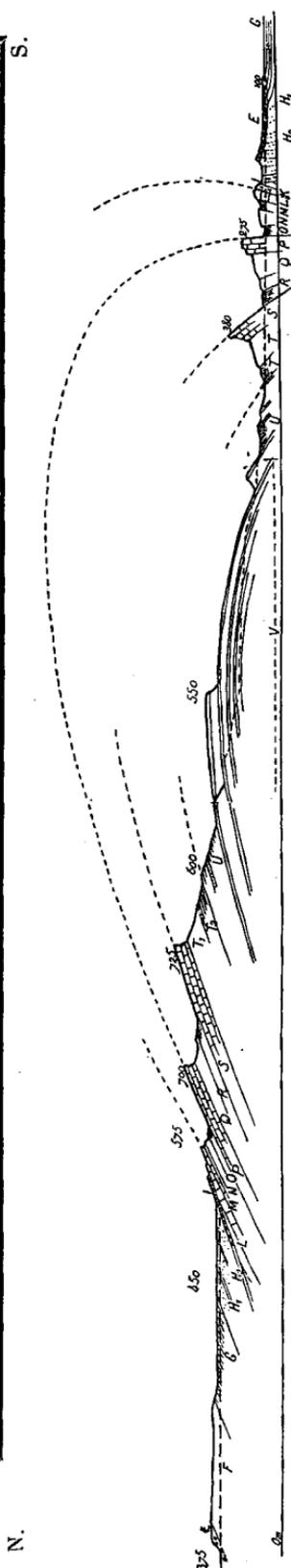


FIG. 2. — Coupe du Draenei-Blihi. — Haut et long. 1/60 000. Pour la légende voir le tableau ci-contre.

constituée par des calcaires marneux et des marnes de couleur claire; elle est nettement caractérisée par une faune d'Ammonites appartenant aux genres *Tissotia* et *Pachydiscus*, mais presque toujours d'une conservation médiocre; le premier de ces genres bien caractérisé par ses selles entières et sa selle externe subdivisée par un petit lobule, paraît représenté par deux espèces différentes que l'on peut rapprocher des *T. Fourneli* BAYLE et *T. Tissoti* BAYLE. Les *Pachydiscus* atteignent souvent une très grande taille: un fragment de dernier tour a 17 centimètres de largeur sur 12 d'épaisseur; un petit échantillon assez bien conservé peut être rapporté à *P. selbiensis* PERVINQUIÈRE. On peut citer en outre dans cette couche *Pycnodonta vesicularis* LAMK., *Salenia*, *Hemiaster verrucosus* COQ., *H. Fourneli* COQ., *Rhynchonella*.

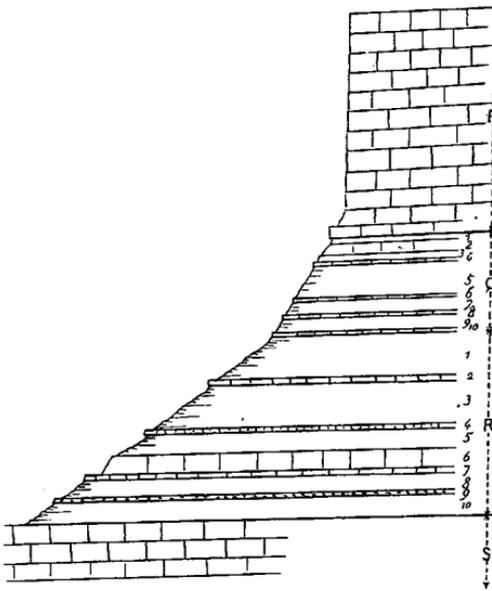


FIG. 3. — Coupe au Nord du Dj. BLIJI. — 1/3 000.
Voir la légende dans le texte.

A la partie supérieure on distingue un calcaire marneux phosphaté caractérisé par *Pyrina Bleicheri* THOMAS et GAUTHIER.

ATURIEN. (S, R, Q, P). — Cet étage comprend à la base un puissant massif de calcaire tendre sans silex (S), dont l'épaisseur atteint 70 mètres. Il présente à la base quelques Spongiaires siliceux et des *Salenia* indiquant un niveau assez profond; une assise plus élevée est caractérisée par *Lopha Nicaisei*; vers le milieu commencent à apparaître les Orbitoïdes et un peu plus haut abondent les grands Foraminifères à forme de Nummulites, *Arnaudiella Grossouvrei* DOUV. Il faut signaler en outre des moules de Lamellibranches et de Gastropodes, de grands Spondyles (*Sp. cf. hippuritarum*) et *Lopha dichotoma* BAYLE, variété étroite et allongée.

L'apparition des Orbitoïdes à un niveau relativement bas, à la base de l'Aturien, est certainement en relation avec le peu de

profondeur du dépôt, comme l'indique leur association avec des Bryozoaires. C'est donc plutôt un caractère de faciès qu'un caractère paléontologique. Les Orbitoïdes paraissent du reste de types variés et quelques individus rappellent les formes de Royan.

Au-dessus affleure un ensemble de marnes foncées (R) dont l'épaisseur atteint de 70 à 100 mètres, et qui comprend les couches suivantes de bas en haut (fig. 3).

10. Lumachelle à Plicatules (*Pl. Locardi* TH., *Spondylus* cf. *Dutemplei*, *Pycnodonta vesicularis*).

9. Calcaire très gréseux pétri par places de Foraminifères : *Orbitoides Tissoti* SCHLUMB., *Arnaudiella Grossouvrei* H. D., et de Bryozoaires : *Peripora distans* HAG., *Onychocella Ellisi* HAG., *O. stigmatophora?* GOLDF., *Porina filograna* GOLDF., *Smittipora* cf. *canalifera* HAG., *Cribrilina*, *Entalophora*, *Idmonea* (d'après les déterminations de M. Canu).

8. Marnes avec lumachelles (*Lopha Villei* COQ., *L. dichotoma* BAYLE).

7. Calcaire très fossilifère (*Callianassa*, *Baculites*, *Turritella*, *Neithea striatocostata* GOLDF., *N. subgranulata* MUNST., *Plicatula hirsuta* COQ., *Pl. Locardi* TH. et P., *Exogyra Matheroni* ORB., *Terebratula Nauciasi* COQ., *T. Brossardi* TH. et P., *Eschara lamellosa* TH. et P. (non ORB.), *Reptoflustrina involvens* TH. et P., *Smittipora*, *Hemiasiter Fourneli* COQ., *Cidaris subvesiculosa* ORB., *Orbitoides Tissoti* SCHLUMB., *Arnaudiella Grossouvrei* H. D.

6. Calcaire marneux à *Libycoceras Ismaeli* ZITT.

5. Marnes de couleur foncée (*Spondylus Dutemplei* ORB.).

4. Calcaire dur à *Orbitoides Tissoti*, c'est le niveau le plus élevé où ce fossile ait été rencontré (*Echinobrissus* cf. *sitifensis* COQ.).

3. Marnes de couleur foncée.

2. Lit de calcaire jaune.

1. Marnes de couleur foncée.

La partie moyenne de l'Aturien est représentée par des calcaires et des marnes de couleur plus claire (Q), épais de 35 à 50 mètres.

10. Calcaire.

9. Marne.

8. Calcaire.

7. Marne.

6. Calcaire à *Echinobrissus*.

5. Calcaire marneux à *Lopha Villei* COQ., *Roudairia Drui* MUN. CH., *Cardium* cf. *elongatum* COQ.

4. Lumachelle à *Lopha Gauthieri* TH. et P.

3. Lumachelle à *Exogyra Matheroni* ORB.

2. Calcaire marneux (*Terebratula* n. sp., *Hemiasiter Fourneli* COQ.)

1. Lumachelle à *Lopha acanthonota* COQ., *L. Bursauxi*, H. D., *L. Rouxi*, H. D. (Ces deux espèces nouvelles sont décrites dans la note précédente).

L'Aturien se termine par une assise bien connue dans la région, celle des calcaires à Inocérames (P). Son épaisseur est de 50 à 70

mètres. Ce sont des calcaires massifs avec silex à la base, dans lesquels on a recueilli *Inoceramus Cripsii* MATH., var. *radiosa*, *Exogyra Matheroni* ORB., *Ex. pyrenaica* ORB.

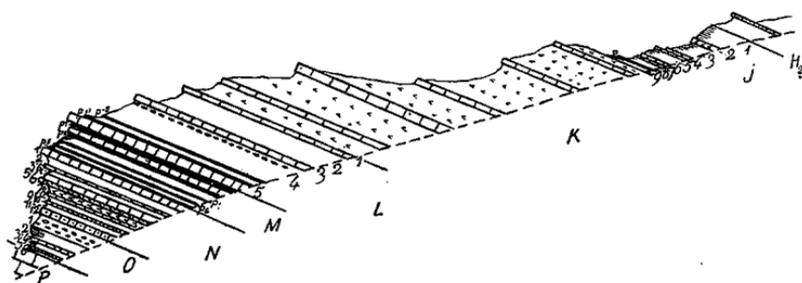
DANIEN (O). — On attribue à cet étage un ensemble de marnes foncées avec lits calcaires et gréseux et couches de phosphate, surmonté par des marnes grises à ovoïdes calcaires. Ce complexe a une épaisseur de 30 mètres environ ; sa composition a déjà été donnée par M. Bursaux, ingénieur en chef des Mines de Gafsa¹.

Dans la région de Négrine la composition de cet étage est la suivante, de bas en haut :

6. Marnes à *Exogyra Overwegi* BUCH.
5. Banc de grès.
4. Couche à petits fossiles (signalée par Thomas à Metlaoui).
3. Banc calcaire avec *Lopha Bomilcaris* COQ., *L. Tissoti* TH. et P. var. falciforme, *Plicatula* cf. *instabilis* STOLICZKA, *Smittipora*.
2. Marnes de couleur foncée.
1. Marnes grises à boulets calcaires.

S.

N.



S.

N.

FIG. 4. — Coupe de l'entrée nord du COL DU ZARIF EL OUAR (chaîne de Négrine).
Échelle des longueurs et des hauteurs 1/6 000.
Voir la légende dans le texte.

La faune de ces couches, bien que peu variée, a un caractère nettement crétacé. *Lopha Bomilcaris* COQ. est très voisin de *L. Villei* COQ. ; *Exogyra Overwegi* BUCH. a été citée par Zittel dans les couches aturiennes, enfin Ph. Thomas a également signalé dans ces mêmes couches un fossile maëstrichtien, *Omphalocyclus macropora*. Plus récemment il a été trouvé à ce niveau plusieurs échantillons de *Roudairia Drui* MUN.-CHALM.

La limite supérieure de l'étage est placée par MM. Bursaux et Ph. Thomas au-dessus d'une couche mince, riche en sulfate de strontiane.

Éogène. — ÉOCÈNE (N, M, L, K, J). — Aucun caractère précis ne marque la limite inférieure de ce terrain qui succède au Crétacé en stratification concordante. Ph. Thomas indique (*loc. cit.* p. 698)

1. In PH. THOMAS, *loc. cit.*, p. 692, fig. 108, et p. 699, fig. 109.

comme première assise un banc de calcaire lumachelle à ciment calcaréo-siliceux très dur, pétri de fragments d'Ostracés, dans lequel il a pu reconnaître *Pycnodonta Archiaci* D'ORB. (mutation tertiaire de *P. vesicularis*), *Ostrea punica* THOMAS, *Cardita*, etc.

On peut distinguer dans l'ensemble des assises éocènes cinq systèmes de couches désignés par les lettres N, M, L, K, J.

Le sous-étage inférieur N, ou *calcaires inférieurs à silex*, est constitué de la manière suivante dans la région de Négrine (fig. 4).

12. Calcaire siliceux avec *Cardita Coquandi* LOCARD, et *Cardita* sp.
11. Lumachelle à *Ostrea punica* avec *Callianassa*, *Mesalia*, *Lucina Letourneuxi* LOCARD, *Vulsella* cf. *dolabrata* DESH.
10. Calcaire siliceux.
9. Calcaire marneux.
8. Calcaire à *Ostrea punica*.
7. Gypse.
6. Calcaire siliceux à fausse stratification.
5. Calcaire à *Ostrea strictiplicata* R. et D.
4. Calcaire marneux.
3. Calcaire à *Ostrea strictiplicata*.
2. Calcaire marneux.
1. Calcaire très blanc à *O. strictiplicata*.

Caractères de cette faune. — La *Cardita Coquandi* a été rapprochée de la *C. libyca* ZITTEL¹ provenant des couches à *Exogyra Overwegi*; cette dernière espèce de Cardite a été décrite et figurée par Quaas²; si on examine attentivement les nombreuses figures données par cet auteur, il semble qu'elles présentent des différences notables; en prenant pour type la forme à côtes simples (*loc. cit.*, fig. 16) on voit que ces côtes sont à section rectangulaire et plus larges que le sillon qui les sépare; ces dispositions se retrouvent jusqu'au bord. En outre la région postérieure de la coquille correspondant aux ouvertures siphonales, et qu'on peut appeler « zone siphonale », présente cinq à six petites côtes. Examinons comparativement les formes éocènes; elles sont très bien conservées et on peut en distinguer trois types :

1° Une variété à côtes arrondies ou plus souvent triangulaires, avec carène fréquemment noduleuse, ayant à peu près la forme de *C. Coquandi* (Locard, pl. VIII, fig. 8) mais plus grande; elle a en effet 45 mm. de longueur au lieu de 26, avec une largeur de 35 mm., et en outre les sommets sont beaucoup plus obtus; la zone siphonale est lisse.

1. Geol. Pal. d. libysche Wüste. *Palæontographica*, vol. 30, 1883, p. 70 et 72.

2. Die Fauna der Overwegisch. *Palæontographica*, vol. 30, 2^e partie, 1902, p. 203; pl. XXII, fig. 13-21; pl. XXXII, fig. 3-6.

2° Une variété ayant la même ornementation mais plus étroite et plus allongée, 47 mm. de longueur sur 28 de largeur ; elle ressemble un peu à *C. depressa* LOCARD. On pourrait la désigner comme var. *angusta*.

3° Une forme beaucoup plus arrondie et plus large, ayant à peu près la forme de *C. planicosta*, mais les côtes sont à section rectangulaire comme dans *C. libyca*. On compte six à sept côtes médianes larges et de la forme que nous venons d'indiquer, et six côtes antérieures plus arrondies et noduleuses ; en outre on distingue six côtes fines sur l'aire siphonale. Ses dimensions sont 54 mm. de longueur (diam. antéro-postérieur) sur 56 de largeur (diam. dorso-ventral).

On voit ainsi que les deux premiers types (du groupe de *C. Coquandi*) se distinguent de *C. libyca* par la forme de leurs côtes et l'absence de côtes sur l'aire siphonale, tandis que le troisième tout en ayant à peu près la même disposition de côtes, a une forme tout à fait différente. Les espèces éocènes sont donc bien distinctes de la forme crétacée.

Les Huîtres fournissent le caractère le plus net ; les couches crétacées inférieures présentent principalement des *Lopha* et des *Exogyra* ; or ces deux genres disparaissent presque complètement et sont remplacés par un grand développement du genre *Ostrea* proprement dit (strictement réservé pour le groupe de l'*O. edulis*, caractérisé par une valve inférieure costulée et une valve supérieure simplement lamelleuse).

L'examen d'échantillons très nombreux nous a montré qu'il était possible de les rapporter à l'*O. multicosata* DESH. et à l'*O. strictiplicata* DELBOS et RAULIN. Nous ferons observer :

1° Que la forme *multicosata* est nettement caractérisée par ses côtes fines et nombreuses, dichotomes.

2° Qu'il existe une deuxième forme distincte de la précédente, devenant gryphoïde lorsque la surface d'adhérence est peu développée, à côtes dichotomes, mais plus grosses et moins nombreuses que dans l'espèce précédente, c'est l'*O. strictiplicata*.

3° On trouve principalement, dans les couches de phosphate, de très grands individus rappelant par leur ornementation l'*O. bellovacina*, mais qui paraissent dériver de *O. strictiplicata*. On pourrait les distinguer comme variété *phosphatica*.

4° Il peut exister quelques échantillons à crochet légèrement exogyroïde, mais nous n'avons pas rencontré de formes réellement identiques à l'*O. bogharensis*.

En résumé les deux espèces *multicosata* et *strictiplicata* paraissent s'être développées simultanément dans l'Éocène inférieur de la région de Gafsa ; non seulement dans le sous-étage N, mais encore dans les sous-étages plus élevés.

Le deuxième sous-étage M correspond à la zone phosphatée : il comprend cinq couches de phosphate, séparées par des lits cal-

caires ou marneux, la couche inférieure 5 est très noduleuse, on y trouve *Pycnodonta Archiaci* ORBIGNY et *Terebratula Kicksi* GALEOTTI, les couches 3 (*Cardita gracilis* LOCARD) et 4 sont de simples filets, 2 et 1 au contraire sont des couches épaisses; dans leur intervalle on trouve *Thersitea verrucosa* LOCARD, *Ostrea strictiplicata* var. *phosphatica*, *Cardium* sp. (du groupe du *C. hians* BROCC.)

Les couches de phosphate elles-mêmes sont très riches en ossements de Vertébrés, Reptiles, Tortues et Poissons. Les Reptiles sont particulièrement intéressants: Ph. Thomas¹ a décrit et figuré en 1909 sous le nom de *Crocodylus phosphaticus* une série d'ossements comprenant une dent bicarénée de type crocodilien, une vertèbre biplane de grande taille et des fragments de gros ossements. Peu après Pomel², n'ayant pas eu connaissance du travail précédent, décrivait des vertèbres analogues provenant des couches synchroniques de Tebessa, sous le nom de *Dyrosaurus thevestensis*; mais il en reconnaissait presque immédiatement l'identité avec l'espèce décrite par Ph. Thomas qui devenait alors *Dyrosaurus phosphaticus*; il signalait l'analogie de ce genre avec les Champsosauridés. Nous avons pu examiner un assez grand nombre de ces débris, dents, fragments de crânes, vertèbres et os long plus ou moins brisés. Les vertèbres sont de dimensions très variables depuis 4,8 jusqu'à 10 cm. de longueur, elles sont toujours subbiplanes et légèrement déprimées au milieu de la surface articulaire; des dents entièrement dégagées avec leur racine ont 60 mm. de longueur et 17 de diamètre maximum; elles sont pointues, bicarénées et présentent à la base une cavité conique. Il est à remarquer qu'on n'a pas trouvé de plaques dermiques. Notre confrère M. Thevenin qui a entrepris l'étude de ces curieux fossiles pense que tous ces débris proviennent d'une seule et même espèce qui aurait alors pour caractères d'avoir des dents de Crocodile et des vertèbres biplanes; il faut ajouter qu'elle n'était pas cuirassée. Or ces caractères rapprochent ce type des Plésiosauridés et non des Champsosauridés; il viendrait alors se placer dans le voisinage des *Cimoliasaurus* LEIDY de la Craie supérieure d'Amérique.

Un autre point de rapprochement avec ces mêmes couches est indiqué par l'existence dans ces assises d'un deuxième type d'une taille gigantesque, qui jusqu'à présent n'est représenté que par trois dents, ou plus exactement par trois moulages de la cavité

1. Descr. de quelques fossiles nouveaux ou critiques, etc... *Expl. scientifique de la Tunisie*. 1893, p. 38.

2. *CR. Ac. Sc.*, CXVIII, p. 1309 (11 juin 1894) et p. 1396 (18 juin).

inférieure des dents, auxquels sont encore adhérents quelques portions de dentine; ils avaient été recueillis il y a longtemps déjà, par l'ingénieur Prost et paraissent avoir appartenu au même animal. Deux de ces moules présentent des dents de remplacement: l'une d'elles bien développée montre que son extrémité était obtuse, arrondie, dépourvue de carènes et à surface ornée de rides fines, avec deux très légères costules longitudinales; par ses caractères cette dent rappelle celles des *Machimosaurus*. Si l'on essaye de restaurer ces dents, on voit qu'elles devaient avoir au moins 12 cm. de longueur sur 3,7 de diamètre; c'était donc un animal gigantesque et qui fait penser aux Reptiles de 15 m. de longueur trouvés par Cope dans la Craie supérieure du Kansas. La persistance de ces types secondaires dans les couches de phosphate est un argument sérieux en faveur de l'âge relativement ancien de ces couches et de leur attribution à la base de l'Éocène inférieur.

Au-dessus des couches de phosphates, affleurent 50 m. environ de calcaires siliceux L, dits « couches du toit ». Voici leur composition dans la chaîne de Négrine (de bas en haut):

5. Toit proprement dit, formé de couches calcaires avec banc de silex meulière de couleur foncée (*Ostrea multicosata* DESH.).

4. Calcaires marneux à gros Bivalves, contenant à la base deux couches de phosphate pauvre.

3. Calcaire à rognons de silex noirs.

2. Calcaire marneux en plaquettes.

1. Calcaires avec géodes siliceuses.

Ces couches sont surmontées par 150 m. environ de gypses stratifiés K, puis par un dernier système J principalement marneux et n'ayant guère qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur. Il est composé comme suit:

9. Marnes.

8. Couche de phosphates (ép. 0 m. 15).

7. Marnes (ép. 2 m.).

6. Calcaire à nodules de phosphates avec *Ostrea multicosata*, et *Carolia placunoides* CANTR. (ép. 1 m. 50).

5. Marnes (ép. 3 m.).

4. Calcaire à nodules phosphatés avec petites *O. multicosata*.

3. Marnes.

2. Gypse.

1. Marnes vertes gypseuses avec soufre et pyrites.

Quelle assimilation est-il possible de faire entre les groupes de couches que nous venons de distinguer et les étages habituellement admis? La continuité entre le terrain créacé et les couches tertiaires indique que la base doit correspondre à l'Éocène le plus

inférieur ou Landénien; nous rangerons dans le même étage les couches à phosphates, à cause des types archaïques de Reptiles qu'on y rencontre. La présence des *Pycnodonta* associés à des *Ostrea* indique une profondeur de 40 à 50 m.

Où faut-il placer la limite entre l'Éocène inférieur et l'Éocène moyen? M. Pervinquière a rangé encore les couches à *Numm. Rollandi* et *N. irregularis* dans l'Éocène inférieur, mais ces espèces sont certainement plus évoluées, plus récentes que *N. planulatus* qui seul appartient à l'Éocène inférieur. Il faut donc placer ce grand niveau à Nummulites dans le Lutétien, c'est-à-dire à la base de l'Éocène moyen, qui comprendrait en outre, d'après M. Pervinquière, les couches à *Carolia*. Les couches J du sommet de la coupe correspondraient vraisemblablement à cet étage bien qu'elles renferment encore *O. multicosata*; les gypses K seraient l'équivalent des calcaires à *Numm. irregularis* et par suite lutétiens inférieurs et les calcaires du toit L viendraient se placer sur le niveau de l'Yprésien.

Néogène (I, H, G, F, E). — Sur l'Éocène repose, en stratification discordante, une série de dépôts dont l'âge n'avait pas encore été établi d'une manière définitive. On peut y distinguer de bas en haut les formations suivantes :

A la base, un conglomérat quartzeux puis un puissant système sableux (H) atteignant environ 150 mètres d'épaisseur, composé d'abord de sables jaunes avec banc de grès noir et lits de marnes vertes, puis, au-dessus, des sables blancs très purs et très fins associés à des grès de même couleur; ils sont surmontés d'un système argileux d'une puissance un peu supérieure, dans lequel on peut distinguer plusieurs assises : 1° des marnes vertes, sableuses, à dragées (G), — 2° des argiles rouges ou brunes, pures à la base (F_2), devenant sableuses au sommet (F_1).

Les fossiles sont assez rares; à la partie inférieure de H on rencontre assez souvent des bois silicifiés, et quelquefois des ossements d'Antilopes, des défenses de Proboscidiens et des dents de Crocodiles; c'est une formation fluviatile. M. le Dr Gobert qui a étudié tout particulièrement ces couches, a reconnu qu'elles étaient également bien développées plus au Sud, dans la région de Tozeur, et y a recueilli une série d'ossements qui ont été soumis à notre confrère M. Boule¹; d'après ses déterminations, cette faune comprend des dents de *Merycopotamus*, une corne et des ossements d'Antilopes, et une portion de mandibule de Crocodile, toutes ces

1. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, (4), X, 1910, pp. 312-313.

formes se rapprochant beaucoup des espèces caractéristiques des dépôts des Siwaliks. Le savant professeur du Muséum en conclut que ces dépôts de la Tunisie méridionale sont à peu près synchroniques des gisements de Pikermi, du Léberon, etc. et il leur attribue un âge mio-pliocène comme l'avait déjà fait Ph. Thomas pour certains dépôts à *Hipparion* de la province de Constantine.

Ces argiles et sables sont recouverts par des couches (F₁) à *Helix Tissoti* BAYAN, bien développées dans la plaine de Tamerza ; si on se reporte aux coupes figurées plus haut, on voit qu'elles ont suivi les mouvements de soulèvement des couches plus anciennes et qu'elles sont fortement relevées, par exemple sur le flanc nord du Djebel Bliji, ou même complètement redressées sur le flanc sud de la même chaîne. Il en est de même dans la région au Sud du Djebel bou Dinar, où ces formations remplissent le synclinal qui succède au pli couché des couches crétacées. Lorsqu'on suit ce synclinal vers l'Est on voit les couches sableuses (H) disparaître en biseau sur la tranche relevée des assises crétacées, les couches G et F² sont toujours surmontées par les couches F₁, à *Helix*, et elles présentent à Henchir Souatir un banc d'*Ostrea gingensis* ; les deux valves sont souvent en connexion, ce qui montre que ces fossiles sont bien en place et n'ont pas été remaniés ; nous avons ainsi la jonction des formations continentales et des formations marines. La coupe d'Henchir Souatir peut être comparée à celle du Chérichira où les couches à *Gryphea crassissima* et à Mastodontes sont également surmontées par des couches à *Helix* ; ici l'âge miocène de la formation n'est pas douteux, à cause de la présence de la *Gryphea crassissima* et des Mastodontes. L'*Helix* qui caractérise la couche supérieure est l'*H. Desoudini*, et l'un de nous¹ a rappelé récemment les raisons pour lesquelles cette espèce est incontestablement miocène.

Il n'est guère possible de douter que la couche marine d'Henchir Souatir à *Gryphea gingensis* ne soit le prolongement de la couche marine du Chérichira à *Gr. crassissima*, ce qui entraîne l'assimilation des couches à *Helix* des deux localités ; il en résulterait que l'*Helix Tissoti* serait du même âge que l'*H. Desoudini*. Cette conclusion infirme celle de la note citée plus haut, conclusion qui s'appuyait sur une coupe précédemment publiée et où l'*H. Tissoti* était indiquée comme inférieure aux couches

1. C^t. JULLIEN et H. DOUVILLÉ. Sur les couches lacustres de la province de Constantine. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 11 (18 janv. 1909).

à *Gr. crassissima*; c'est en réalité cette dernière observation¹ qui se trouve infirmée, et l'*H. Tissoti* redevient à peu près contemporaine de l'*H. Semperi* CROSSE, dont elle ne diffère guère que par sa taille beaucoup plus grande.

Il en résulte que toutes ces couches à *Helix* représentent en réalité le sommet du Miocène, ce qui est bien d'accord avec la forte inclinaison qu'elles présentent en beaucoup de points; elles sont dès lors synchroniques des limons à *H. turonensis* DESH. qui, en Touraine, surmontent le dernier banc à *Gryphea crassissima*, et des limons de Cucuron qui surmontent le Miocène marin et au pied desquels se sont déposées les couches à Congéries pliocènes.

Les couches à *Merycopotamus* seront alors l'équivalent continental d'une partie des couches marines à *Gr. crassissima*, et leur âge est miocène supérieur (Pontien).

Les couches à *Helix* sont surmontées par des argiles rouges à lits de gros galets (E) principalement formés aux dépens des couches à Nummulites, et qui sont vraisemblablement en discordance avec les couches plus anciennes; elles seraient alors pliocènes.

On ne rencontre plus, au-dessus, que des dépôts quaternaires présentant à la base un cailloutis à ciment souvent gypseux avec silex chelléens (D); dans ces dépôts on distingue une couche de terre noire avec *Helix melanostoma*, qui ne vit plus aujourd'hui dans la région. Dans les couches sableuses supérieures (C) on a trouvé une mâchoire de *Rhinoceros tichorhinus*.

M. Pervinquière est convaincu que l'Éocène inférieur et l'Éocène moyen (probablement dans sa totalité) sont représentés dans la chaîne de Gafsa. La discordance indiquée par Ph. Thomas et le fait que la plupart des fossiles de Gafsa connus en Europe appartiennent à l'Éocène moyen, lui avaient fait penser que l'Éocène inférieur faisait défaut, comme dans la région de Thala. Un voyage ultérieur lui a montré que cette discordance n'existait pas; d'ailleurs, Thomas n'en parle plus dans son dernier ouvrage.

M. Pervinquière est heureux de constater que M. H. Douvillé place maintenant les couches à *Helix Tissoti* au-dessus du Miocène moyen, suivant l'opinion de Thomas, Pervinquière et divers autres auteurs, et non plus dans l'Oligocène. M. Pervinquière accepte très volontiers l'âge

1. Le type de *H. Tissoti* provient des poudingues rouges qui affleurent au N. de la plaine d'El Outaïa (BAYAN. Études faites dans les coll. de l'École des Mines, 1^{er} fasc. 1870, p. 3, pl. x, fig. 5, 6) et qui ont d'abord été considérés comme pliocènes. M. Ficheur les a placés plus tard au sommet de l'Oligocène, dans l'Aquitainien (B. S. G. F., réunion extr. en Algérie, 1896, p. 1183) et indique qu'ils sont recouverts en discordance par les assises miocènes du Cartennien.

pontien des grès et poudingues qui sont en discordance sur les mollasses du deuxième étage méditerranéen au Cherichira, au Trozza, etc. Il n'est pas douteux, en effet, que ces couches ne soient le prolongement des grès du Djérid qui renferment la belle faune étudiée par M. Boule. Cela explique pourquoi on les voit parfois verticales.

SUR LE TRIAS MARIN DU NORD DE MADAGASCAR

PAR **A. Merle** ET **E. Fournier**.

La partie la plus septentrionale de l'île de Madagascar est constituée, comme on le sait, par des couches crétacées (Montagne des Français, environs de Diégo-Suarez) et des basaltes (Montagne d'Ambre). Cette série s'appuie, au Sud, sur le Jurassique, qui forme les contreforts septentrionaux de la chaîne des Monts Andrafiama. Ce Jurassique est constitué par des calcaires marneux hydrauliques. Un peu au Sud d'Ambondrafé, une couche marneuse a fourni un *Hibolites hastatus*, ce qui indique la présence de l'Oxfordien dans cette série. Ces calcaires reposent en concordance sur des grès, à éléments quartzeux relativement fins et peu roulés, formant au Sud une falaise à pic, jalonnée par les sommets d'Andavakoera et d'Ambohipiraka. La limite septentrionale de ces grès a été indiquée, avec beaucoup de précision, par M. Paul Lemoine¹. Ces grès appartiennent au Lias : M. Callens y a trouvé des Ammonites et des Spiriférines².

Au pied de cette falaise, s'étend une large bande grésoschisteuse renfermant des nodules à Poissons et à Ammonites. Cet horizon avait été rapporté au Lias par M. P. Lemoine. M. Henri Douvillé³ a pu reconnaître, dans les nodules rapportés par MM. Callens et Bordeaux, un certain nombre d'Ammonites triasiques : *Cordillerites* cf. *angulatus* HYATT et SMITH, *Meekoceras* cf. *gracilitatis* WHITE, *Ophiceras Dieneri* H. et SM., *Flemingites* cf. *Russeli* H. et SM., *Cladiscites*?, *Johannites*? et des Myophories, dans les couches inférieures.

Un grand nombre de nodules avaient aussi fourni des Poissons, parmi lesquels M. Smith Woodward a reconnu deux espèces

1. PAUL LEMOINE. Études géologiques dans le Nord de Madagascar. *Annales Hébert*, 1906.

2. HENRI DOUVILLÉ. Sur la découverte du Trias marin à Madagascar. *B. S. G. F.* (4), X, 1910, p. 125-133.

3. Id., *ibid.*

nouvelles : *Ecrinosemus Dixoni* et *Cœlacanthus madagascariensis*.

Nous avons pu examiner un très grand nombre de ces nodules qui peuvent être répartis en quatre groupes, très différents au point de vue de leur composition.

1° Nodules légers, argilo-siliceux, ferrugineux, renfermant à l'intérieur une cavité fusiforme, remplie tantôt d'une matière argilo-siliceuse avec un peu de calcaire, tantôt une poudre argilo-siliceuse noire ou brun rouge, renfermant de l'oxyde de fer, beaucoup de manganèse et un peu de cobalt. Nous reviendrons tout à l'heure sur la nature de cette cavité centrale. Ces nodules renferment un nombre incalculable de jeunes *Ammonites*, très rarement des Poissons.

2° Nodules siliceux, plus durs, moins argileux, plus schistoïdes, sans cavité centrale ni matière pulvérulente ; les uns assez globuleux, renferment des *Ammonites*, les autres, plus plats et plus allongés, renferment les Poissons.

3° Nodules siliceux, très clairs, à cassure conchoïde, faisant feu sous le marteau, parfois micacés à l'intérieur, renfermant parfois des *Ammonites*.

4° *Septaria* de grande taille, argilo-siliceux avec veinules de calcite : les cloisons et le test des *Ammonites* y sont toujours transformés en calcite, ce qui permet la préparation des cloisons.

Nous avons retrouvé, dans les nodules siliceux, les *Ophiceras* cf. *Dieneri* et des *Tirolites* et, dans les *Septaria*, de nombreux *Otoceras*.

Parmi les Poissons nous avons reconnu des *Cœlacanthus*, des Palæoniscides, des *Platysomes*, des *Stylodontes* (*Dapedius* et *Amblyurus*?) des *Sphærodontes* (*Lepidotus*?) et des *Saurodontes* (*Pholidophorus* et *Pholidopleurus*).

Toute cette faune vient donc confirmer l'attribution que M. Henri Douvillé fait de ces couches au Trias inférieur. Les types présentent des affinités non seulement avec le Trias inférieur de l'Amérique du Nord, mais aussi avec celui de l'Himalaya et notamment avec ses termes les plus inférieurs (couches à *Otoceras Woodwardi*). Le morcellement des plateformes indo-africaines a donc commencé beaucoup plus tôt qu'on ne l'a cru pendant longtemps.

Les nodules légers, argilo-siliceux, poreux et de couleur jaunâtre, renferment tous, comme nous l'avons vu, une cavité de nature énigmatique. Ayant ouvert un nombre considérable de ces nodules, nous fûmes frappés de ce fait que cette cavité présentait une forme très constante et que ses parois offraient, sur cer-

tains échantillons, des stries et des traces charbonneuses, ne pouvant laisser aucun doute sur son origine organique.

Cette cavité se compose de deux parties : une partie ovoïde allongée, légèrement comprimée latéralement, parfois un peu incurvée et une autre partie plus petite, grossièrement ellipsoïdale ou pyriforme, paraissant former une sorte de pédoncule et séparée de la précédente par un étranglement ; dans certains échantillons écrasés, cette partie pédonculaire est repliée sous l'autre.

Or, en examinant la gangue argilo-siliceuse qui entoure la cavité et forme le nodule, nous avons découvert, dans tous les échantillons, un nombre considérable de jeunes Ammonites : beaucoup d'entre elles simplement réduites à leur loge initiale ou à leurs deux ou trois premières loges, les plus développées ne comportant qu'un très petit nombre de tours. Ces jeunes Ammonites étant des organismes extrêmement délicats et par conséquent de conservation très difficile, il est de toute évidence que leur groupement, en nombre aussi considérable, autour de cavités d'origine organique *toutes semblables entre elles*, ne peut être un effet du hasard et qu'il y a une corrélation étroite entre l'existence de la cavité et la présence des jeunes Ammonites.

Dès lors, deux hypothèses se présentent à l'esprit : ou bien l'organisme qui a donné naissance à la cavité centrale a servi de nourriture aux jeunes Ammonites, qui auraient été ainsi attirées en grand nombre au même point par sa présence, ou bien les jeunes Ammonites ont pris naissance à la surface de cet organisme et s'y sont développées pendant leurs premiers stades d'évolution.

La première hypothèse est plus qu'improbable ; car, si l'organisme qui a donné naissance à la cavité centrale avait servi de nourriture aux Ammonites, il ne serait pas conservé d'une façon aussi régulière et aussi constante ; on trouverait, à son voisinage, aussi bien des Ammonites adultes que des jeunes et probablement aussi d'autres animaux ; enfin, cet organisme n'aurait pas toujours la même forme, car il est bien difficile d'admettre que des Céphalopodes aient été aussi exclusifs dans le choix de leur alimentation.

La seconde hypothèse, au contraire, explique bien tous les faits constatés et coïncide en outre avec tout ce que nous savons sur le développement des Céphalopodes et sur celui de certains Gastropodes pélagiques. On peut en effet comparer l'organe qui a donné naissance à la cavité énigmatique au flotteur des Janthines, décrit dès 1616, par Fabius Columna, sous le nom de *spuma cartilaginea* : on sait que ce flotteur est réuni à l'animal par un pédoncule

qui peut se détacher. A. Adams, Wallich et Fischer ont ainsi trouvé, en pleine mer, des quantités de flotteurs isolés. Ces flotteurs portent les œufs.

Chez les Céphalopodes, on connaît aussi le mode de dissémination des œufs des Calmars (*Loligo vulgaris*). Ces œufs forment des masses oblongues, réunies par un pédoncule pour former un paquet à structure verticillée. Chacun des éléments de ce paquet, avec son pédoncule, présente une structure très comparable à celle de la cavité énigmatique des dits nodules. La présence de petites Ammonites, déjà munies de leur coquille, concorde bien aussi avec ce que nous savons du développement des Céphalopodes. Kölliker a, en effet, démontré que le phénomène de segmentation du vitellus est partiel et que le développement de l'embryon se fait dans une aire germinative spéciale, d'où se forme un sac vitellin distinct relativement grand. Aristote avait même déjà constaté, chez la Seiche, que cet animal naît « de ce corps blanc (son vitellus) et y est attachée par la tête comme les Oiseaux sont attachés au leur par leur ventre ». Si l'on ouvre d'ailleurs des œufs fécondés et mûrs de Seiche, on peut en détacher aisément le jeune animal, qui est déjà susceptible de nager et même de rejeter du noir de sa poche à encre ; le développement de l'Argonaute est analogue. On n'a malheureusement encore aucun document précis sur celui du Nautilé.

Il semble donc, si l'on admet notre interprétation, que le développement des Ammonites ait présenté, sur plusieurs points, des affinités étroites avec celui des Céphalopodes actuels, qui diffère d'une façon essentielle, non seulement de celui de tous les autres Mollusques, mais même de celui de tous les autres Trochozoaires.

Ce flotteur, sur lequel les jeunes Ammonites se sont développées, a été le point de départ du phénomène de concrétion ayant donné naissance au nodule et la destruction de la matière organique constituant ce flotteur a donné naissance à la cavité.

Il y a deux ans, M. Drouhard, qui a fait un long séjour à Madagascar, avait fait don au Laboratoire de Géologie de Besançon d'un assez grand nombre de nodules siliceux, assez analogues à ceux que nous venons de décrire. Ces nodules ne renfermaient, à première vue, aucun fossile déterminable : ayant repris leur examen nous y avons retrouvé les cavités énigmatiques et les jeunes Ammonites.

Les deux localités les plus fossilifères des schistes de la région d'Andavakoera sont : Berezika, pour les Ammonites et Bobasatrana, pour les Poissons.

De la même région, proviennent de grosses concrétions aplaties, à structure identique à celle des « gâteaux » de l'Ordovicien de Cabrières. Nous n'y avons pas trouvé jusqu'ici de fossiles.

Cet ensemble repose sur des Schistes micacés et des Gneiss.

L'ensemble du Cristallophyllien, du Trias et du Lias est recoupé par des fractures importantes, accompagnées de sources thermales, de filons quartzeux et de roches éruptives, notamment de téphrites, leucotéphrites, phonolithes, monzonites et essexites, très chargées de pyrite. Ces roches ont déjà été étudiées par MM. de Launay et Lacroix¹. Les filons de quartz, associés à de la barytine, renferment d'importants gisements aurifères. On y trouve aussi de la pyrite de fer et de cuivre, de la galène et de la blende. L'or est surtout associé aux quartz, mais M. Merle a aussi trouvé un échantillon de barytine, avec gros grains d'or visibles. L'or est tantôt associé aux sulfures, tantôt libre, il est disséminé en grains ou en feuillets dans la partie quartzreuse, souvent en minces filaments dans les alvéoles produites par la dissolution de la pyrite et de la galène; il est associé à une forte proportion d'argent. L'origine hydrothermale de ces filons aurifères est évidente.

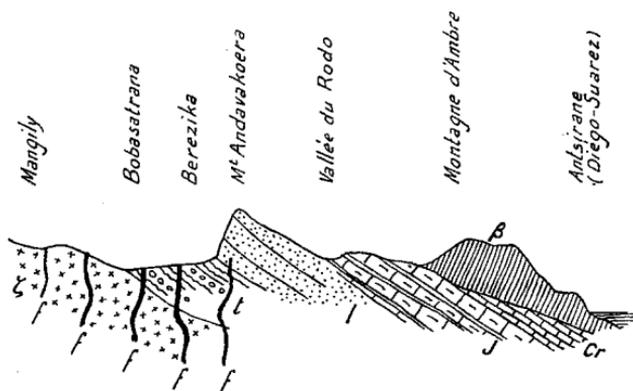


FIG. 1. — Coupe de la RÉGION DE L'ANDAVAKOBERA. — Échelle 1/1 000 000 environ. Schistes cristallins et gneiss; *f*, Filons aurifères; *t*, Trias (schistes à nodules); *l*, Grès du Lias; *j*, Calcaires et calcaires marneux du Jurassique; *Cr*, Crétacé; *β*, Massif basaltique.

La coupe de la figure 1 indique, d'une façon schématique, la structure géologique de la région entre Mangily et Antsirane (Diégo-Suarez).

M. Henri Douvillé a pu reconnaître parmi les fossiles que lui a communiqués M. Merle, un bel échantillon de *Tirolites* présentant des tubercules très saillants, qui disparaissent dans l'adulte.

1. Voir : *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, pp. 428-439.

Séance supplémentaire du 27 juin 1910.

PRÉSIDENTENCE DE M. M. COSSMANN, VICE-PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président annonce que les fonds provenant du legs V^e Fontannes, en 1910, viennent d'être partagés entre MM. M. DALLONI et A. LANQUINE.

M. Ph. Glangeaud offre à la Société la deuxième édition de sa brochure « Les volcans d'Auvergne ; leurs caractères, leur genèse, leur évolution ¹ ».

La première édition de cette brochure épuisée en un an et demi a obligé l'auteur à faire une deuxième édition qui est revue, augmentée et présente beaucoup de figures nouvelles.

M. Pierre Termier offre un exemplaire d'une note qu'il vient de publier, en collaboration avec M. Jacques de Lapparent, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Cette note est relative à « la monzonite de Fontaine-du-Génie, près Cherchel (Algérie) », et aux « micromonzonites de la région avoisinante ».

Elle a pour principal objet de rappeler l'attention des lithologistes et des géologues sur les roches éruptives, d'âge tertiaire, du pays de Cherchel, signalées depuis longtemps, sommairement décrites par MM. J. Curie et G. Flamand il y a une vingtaine d'années, et retombées dans l'oubli. La *province pétrographique* de Cherchel est un admirable sujet de thèse.

M. Pierre Termier offre de la part de notre confrère M. W. von Seidlitz, deux notes de géologie alpine : « Sur les granites écrasés (mylonites) des Grisons, du Vorarlberg et de l'Allgäu » (*CR. Ac. des Sc.*); et « Der Aufbau des Gebirges in der Umgebung der Strassburger Hütte an der Scesaplana ». Cette dernière note a été publiée à Strasbourg dans le volume consacré au 25^e anniversaire de la section « Strasbourg » du *Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein*.

L'une et l'autre sont de très importantes contributions à la connaissance du *pays de nappes* situé entre la vallée du Rhin et le massif de l'OËtzal, sur les confins des Alpes suisses et des Alpes orientales.

M. Paul Lemoine présente une note : « Résultats géologiques des sondages profonds du Bassin de Paris » (*Bull. Soc. Industrie Minérale*).

1. 60 p., 32 fig., 1 pl. hors texte, 2 fr. Hermann, Paris.

Il y a relevé les résultats publiés de la plupart des sondages qui, dans le Bassin de Paris, ont dépassé la Craie et il a essayé d'interpréter leurs résultats. Quelque provisoire que soit cet effort, il espère qu'il sera utile pour orienter les recherches futures.

M. Louis Gentil offre une note intitulée « Une Leçon de géographie physique sur le Maroc » (*Revue annuelle de Géogr.*, 1909).

L'auteur a exposé dans cette note les grands traits de la géographie physique du Maghreb, en insistant plus particulièrement, sur les régions de cette partie de l'Afrique qu'il a parcourues.

Léon Carez. — *Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon Bertrand sur la structure des Pyrénées.*

L'auteur reprend l'examen des théories tectoniques de M. L. Bertrand en s'attachant particulièrement aux coupes de la feuille de Foix.

Après avoir rappelé les observations générales présentées à la dernière séance, observations qui s'appliquent aussi bien à la feuille de Foix qu'à celle de Quillan, M. L. Carez étudie les différentes coupes de la planche v de M. L. Bertrand. Il montre que l'idée de considérer les terrains secondaires des environs de Rabat et de Massat comme des « fenêtres » indiquant l'existence de nappes superposées est tout à fait insoutenable.

Ces terrains en effet, au moins pour la « fenêtre » de Rabat, ne peuvent être séparés de ceux qui sont rapportés à d'autres nappes, ni comme faciès, ni comme allure tectonique ; ils ne peuvent non plus passer sous les massifs primaires situés au Nord, car ils en sont séparés par des lignes de contact verticales ou inclinées au Sud. La seule exception à cette règle se voit entre Aleu et Biert sur une petite longueur.

M. L. Carez insiste ensuite sur l'impossibilité de faire du Pech Saint-Sauveur un *synclinal* charrié, rattaché aux nappes Z et A, alors que cette montagne est constituée par un *anticlinal* absolument typique et dont les deux flancs s'enfoncent régulièrement sans aucune déviation jusqu'au fond de la vallée de l'Ariège.

M. L. Carez passe ensuite à la « fenêtre » d'Arbas sur la feuille de Bagnères-de-Luchon. Il déclare que le Cénomaniien, loin de s'enfouir sous les terrains plus anciens, comme le croit M. L. Bertrand, repose sur eux de la manière la plus indiscutable, en discordance très accentuée.

La disposition si particulière des couches cénomaniennes d'Arbas est le résultat de la grande transgression qui s'est produite à cette époque et dont l'auteur a déjà donné tant de preuves.

L'auteur discute ensuite la question de l'origine que pourraient avoir les prétendues nappes charriées. Il montre d'abord qu'il est tout à fait impossible de les faire venir du versant méridional où le Jurassique et le Crétacé inférieur n'affleurent qu'entre les vallées du Llobregat et de l'Esera, recouverts qu'ils sont partout ailleurs par le Crétacé supérieur transgressif; puis il fait sentir toute l'in vraisemblance qu'il y a à chercher leur origine dans la zone primaire centrale où ne se trouve aucun vestige de couches jurassiques ni crétacées inférieures, pas même dans le pli faille de Mérens.

R. Chudeau. — *Note sur la Mauritanie.*

Le capitaine Dupertuis¹ m'a remis quelques échantillons de roches recueillis au cours de la colonne de Mauritanie de 1909.

Un mamelon important, la Koudia d'Idjil, situé au SE. de la sebkha, est formé surtout de quartzites et de micaschistes; beaucoup d'entre eux présentent des taches d'ocre. Malgré l'absence de renseignements sur les conditions de gisement de ces roches, il s'agit certainement de terrains sédimentaires métamorphiques qui semblent très comparables à ce que, au Sahara, j'ai rapporté au Précambrien et au Silurien.

La carte de Quiroga (*Ann. Soc. española Hist. nat.*, XVIII, pl. v), qui place Idjil au milieu d'un massif de granite, est donc à rectifier sur ce point.

Du Ksar Teurchan (30 km. au N. d'Atar) proviennent de très nombreux cristaux de quartz, très limpides et non roulés (longueur 1 à 2 cm.); ils ont été recueillis à la surface d'un plateau dominant le Ksar.

A Aguielt en Naja (200 km. au S W. d'Atar), dans l'Amatlih, le sol est couvert de dunes mobiles entre lesquelles on trouve des cailloux à peine roulés, indiquant la proximité de la roche en place; ce sont surtout des quartzites dont l'un est remarquable par l'abondance du mica blanc. A côté des quartzites, il y a des produits ferrugineux (latérite).

Le capitaine Dupertuis m'a encore indiqué à N'Tid (50 km. NE. d'Atar), au pied du plateau de Chinguetti, des pierres vertes et des marbres.

Malgré leur caractère incomplet, ces données sont d'accord avec celles de Quiroga et de Dereims², qui nous ont appris le grand développement des schistes cristallins dans le Sahara occidental.

1. *Bull. du Comité de l'Afrique française*, mai-juin, 1910, une carte.

2. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), IX, 1909, p. 71.

On sait aussi d'après les données de Dereims et les photographies du colonel Gouraud¹ que l'Adrar Tmar est un plateau formé de grès horizontaux, très analogue au Mouïdir Ahnet. Les indications relatives à N'Tid montrent que ce plateau s'étend peu vers le Nord.

Ch. Depéret. — *Sur l'âge des marnes de Carnot (Algérie).*

Dans le *Compte Rendu sommaire* du 6 juin 1910, M. J. Cottreau « a été amené à synchroniser, à la fois au point de vue du faciès et de la position stratigraphique, les marnes bleues de Carnot avec les argiles de Baden et les marnes de Cabrières » et à les ranger en conséquence dans l'étage tortonien. Je suis d'accord avec notre confrère au point de vue du faciès de ces marnes bleues, qui est en effet un *faciès tortonien*, mais il m'est impossible d'accepter ses conclusions au point de vue de l'âge.

J'ai, le premier, exprimé l'opinion que les marnes de Carnot représentent un étage marin miocène plus récent que le Tortonien et M. Brives, après une étude soignée de leur faune, exécutée au laboratoire de l'Université de Lyon, a confirmé entièrement ce point de vue et démontré que la faune de Carnot est intermédiaire entre la faune tortonienne et la faune plaisancienne.

Cette conclusion s'appuie non seulement sur l'absence dans le Sahélien de Carnot des espèces les plus caractéristiques du Tortonien, telles que *Pleurotoma Jouanneti*, *Pyrula condita*, *Cerithium dertonense*, *Pecten planosulcatus* etc., mais aussi sur l'apparition de formes à affinités toutes pliocènes comme *Nassa limata*, *Nassa semistriata*, *Dentalium delphinense*, *Pecten Jacobæus*, *Pecten reghiensis*, etc.

Enfin une preuve pour moi encore plus décisive résulte du fait, bien mis en lumière par M. Brives, que la plus grande partie des espèces de Carnot représentent non pas les formes miocènes typiques, mais des *mutations* intermédiaires entre celles-ci et les formes représentatives du Pliocène.

Je n'ai, pour ma part, aucune hésitation à regarder la faune de Carnot comme plus récente que le Tortonien et à la considérer en conséquence comme représentant le *faciès marin* d'une partie tout au moins du Miocène supérieur (Sarmato-Pontique).

M. J. Cottreau a donné une note détaillée, insérée dans le *Bulletin*, où il développe les raisons qui l'ont amené à paralléliser les marnes de Baden, de Cabrières et de Carnot.

1. *Illustration*, 14 juin 1910.

G. B. M. Flamand. — Observations à la communication sur *les brèches osseuses à perforations de Lithodomes de la Grotte du Prince*, faite par M. M. Boule à la séance du 18 avril dernier (*CR. sommaire* n° 9).

M. Flamand attend, pour connaître en détail ces nouvelles observations, la publication de la note détaillée qui doit paraître au *Bulletin* : toutefois, il croit devoir rappeler qu'il y a quatre ans (1906), lors de sa visite aux Baoussé-Roussé, la brèche osseuse à perforations de Lithodomes, qui a fait l'objet de ses remarques, *reposait directement* soit sur la plage marine [dépôt noté (2) soit sur le dépôt noté (1), épaisseur 0 m. 10, superstratum de la précédente¹], et qu'elle se montrait encore sous un volume qui ne laissait pas d'être considérable (9 mètres cubes au minimum), tant *en place* (paroi occidentale), qu'à l'état de blocs (déblais), provenant du dégagement de la grotte, *arrêté au niveau de la plage marine* (cf. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), VI, p. 537, 1906 ; *ibid.*, VII, p. 7, 1907.)

1. Voir : Coupe longitudinale de la grotte du Prince, dressée par M. Tschirret sous la direction de MM. M. Boule et L. de Villeneuve, programme d'excursion aux Baoussé-Roussé, p. 3 (XIII^e session *Congr. intern. Anthropologie et Arch. préhist.* Monaco, avril 1906).

RÉSUMÉ DE LA GÉOLOGIE DES PYRÉNÉES FRANÇAISES¹

PAR L. Carez.

Le travail que je présente à la Société n'est pas en réalité un travail nouveau : c'est la réunion en un seul ensemble des résumés disséminés dans les six volumes de ma « Géologie des Pyrénées françaises ». J'en ai modifié seulement quelques parties à la suite des recherches faites depuis l'apparition de ces différents volumes dont le premier est déjà vieux de huit années ; j'y ai ajouté la discussion des théories tectoniques de M. Léon Bertrand.

J'ai banni de cette note toute bibliographie, et je prie le lecteur de se reporter pour tout ce qui concerne les travaux sur la région à la « Géologie des Pyrénées françaises » ; mais il est bien entendu que le présent résumé n'est pas uniquement le résultat de mes recherches.

Description sommaire des terrains.

PRIMAIRE. — La faune la plus ancienne qui ait été rencontrée est celle de l'*Ordovicien* ; elle est connue en des points peu nombreux mais répartis sur toute l'étendue de la chaîne ; elle se trouve aussi dans les Corbières.

Il est vraisemblable que des terrains antérieurs existent ; l'état très métamorphique des sédiments dans une grande partie de la haute chaîne ne permet pas de s'en assurer.

Le *Gothlandien* se montre fossilifère dans les mêmes points que l'*Ordovicien*.

Le *Dévonien* a fourni des faunes de toutes ses grandes divisions depuis la feuille d'Urdoz jusqu'à celle de Foix, et probablement aussi dans le massif du Canigou ; le *Dévonien* moyen et supérieur existe aussi dans les Corbières.

Le *Carbonifère inférieur* (Dinantien) a fourni des fossiles marins depuis la feuille de Mauléon jusqu'à celle de Foix ; quant au *Carbonifère supérieur* (Westphalien et Stéphanien) avec sa faune terrestre, il a été reconnu de la Rhune à Durban en passant par Hosta, le Plan des Étangs et la vallée de la Neste d'Aure.

Le *Permien* est généralement formé de couches détritiques,

1. Cette note n'est que le résumé d'un travail beaucoup plus développé destiné aux *Mémoires*.

parfois très puissantes (feuilles de Mauléon et Saint-Jean-Pied-de-Port), mais sans fossiles. On a attribué aussi à cet étage des schistes marins de Fréchet d'Aure et de Saint-Girons, d'après des fossiles d'un état de conservation tellement défectueux qu'il est permis de douter de leur détermination.

SECONDAIRE. — Le *Trias* est composé, dans la partie médiane de la chaîne, d'argiles versicolores avec gypse et sel, entremêlées de cargneules rares; aux deux extrémités les cargneules deviennent plus abondantes et les calcaires apparaissent. Il n'a été signalé dans ce terrain qu'un seul fossile : *Lingula tenuissima* provenant d'Ascain.

Le *Lias* se divise en : *Infralias*, fossilifère en quelques points peu nombreux, mais espacés sur toute la chaîne; *Lias inférieur* à l'état de calcaires et brèches sans fossiles; *Lias moyen et supérieur*, fossilifères partout. Ces deux dernières divisions se présentent à l'état de marnes avec quelques bancs calcaires sur la plus grande partie de la région considérée; ils deviennent calcaires à l'Ouest.

Le *Bajocien* n'est fossilifère qu'à l'Ouest du méridien de Tardets et le *Bathonien* à Hasparren et Cambo seulement.

Partout ailleurs ces deux terrains sont à l'état de dolomie noire ou brune.

L'*Oxfordien*, avec fossiles marins, commence à se montrer dans le massif d'Ahusquy et se continue de là jusqu'à l'Océan; peut-être dans le reste de la région, est-il représenté par la partie supérieure de la dolomie sans fossiles.

Les étages suivants du Jurassique font incontestablement défaut.

Durant la longue période d'émersion qui s'est produite pendant la fin du Jurassique et le commencement du Crétacé, il s'est formé de la *bauxite* dans la partie médiane (feuilles de Foix et Pamiers).

Crétacé inférieur. — La bauxite est directement recouverte par les calcaires ou les marnes de l'Aptien (Gargasien).

Ces couches, comme celles de l'Albien qui les accompagnent partout, s'étendent d'une mer à l'autre avec des caractères uniformes : l'Aptien principalement calcaire, l'Albien surtout marno-schisteux. Toutefois ce dernier devient gréseux vers Ascain et Sare, accusant ainsi un caractère littoral que l'on s'attendrait plutôt à trouver à une plus grande distance de l'Océan.

Crétacé supérieur. — Le Cénomaniens a, lui aussi, laissé des

sédiments marins sur toute la longueur de la chaîne, mais avec un caractère très prononcé de mer peu profonde.

Le *Turonien* n'est bien individualisé que dans les Corbières ; quant au *Sénonien*, il occupe une bande à peine interrompue par les dépôts miocènes du Lannemezan et n'est formé que de sédiments marins (marnes et calcaires avec Ammonites, Hippurites et Oursins), mais indiquant le voisinage des côtes. On y voit en effet des grès à végétaux, des débris de bois, des lits de poulingues, etc..

Le Sénonien se présente sous deux faciès différents séparés par le Lannemezan ; le faciès occidental est caractérisé par l'abondance des *Stegaster* ; l'autre montre une faune d'Hippurites et de *Micraster*. La dissemblance des faunes des deux moitiés de la bande sénonienne septentrionale est telle qu'on pourrait penser au premier abord que les couches de l'Ouest n'ont pas de représentants marins à l'Est : je ne crois pas cette hypothèse admissible. Il ne me paraît pas non plus probable qu'il y ait eu un seuil émergé séparant les deux mers méditerranéenne et atlantique à l'époque sénonienne.

Pendant le Danien, il ne s'est formé dans les Corbières et la région de Foix, que des dépôts de plage ou des dépôts lacustres. Les couches marines de cet âge commencent vers Sainte-Croix-de-Volvestre et envahissent tout l'étage seulement au delà du méridien de Saint-Gaudens.

TERTIAIRE. — Le *Thanétien*, le *Sparnacien* et l'*Yprésien* manquent depuis Biarritz jusqu'au Lannemezan ; plus à l'Est, je rattache au Thanétien le calcaire à Miliolites, étage en majeure partie marin, quoique renfermant quelques intercalations lacustres qui deviennent plus importantes au Nord-Est, notamment sur la feuille de Narbonne. Quant au Sparnacien et à l'Yprésien, ils sont assez mal caractérisés.

Le *Lutézien inférieur* et le *Lutézien moyen* sont marins partout, mais avec des différences de faciès analogues à celles indiquées ci-dessus pour le Sénonien. Tandis qu'à l'Ouest, le Lutétien inférieur est représenté par des couches à *Nummulites lævigatus* et *aturicus*, à l'Est il est constitué par les couches à *Turritelles* des Corbières qui n'ont pour ainsi dire pas une espèce commune avec les précédentes.

De même je classe dans le Lutétien moyen les assises à *Nummulites aturicus*, *Lucasi*, etc. de Biarritz et Bos d'Arros, alors que dans les Corbières, le même niveau contient, avec de nombreux Cérithes et Turritelles, *Nummulites atacicus*, *N. Ramondi*, *Assilina Leymeriei*.

Comme la série lutétienne est complète et exclusivement marine, dans la région des Basses-Pyrénées et des Landes il n'est pas possible de supposer que les couches des Corbières correspondent à une lacune dans l'Ouest; on se trouve bien en présence de deux faciès de sédiments de même âge. Mais à cette époque la séparation en deux bassins distincts par une crête située vers le Lannemezan est beaucoup plus probable que lors du Sénonien : en effet les assises du Lutétien inférieur et moyen diminuent d'épaisseur en approchant de ce point. Elles sont très réduites à la traversée de la Garonne vers Boussens.

Le *Lutétien supérieur* est lacustre dans l'Est (poudingues et marnes avec bancs à *Lophiodon* et *Bulimus Hopei*) ; au Sud de Pau, il est encore représenté par des poudingues, sans fossiles toutefois, et c'est seulement dans les environs d'Orthez et de Peyrehorade qu'il commence à devenir marin. Il se continue ainsi jusqu'à la Gourèpe au S. de Biarritz (couches à *Nummulites aturicus*, *N. Lucasi*, *N. complanatus*, *Assilina exponens*, etc.).

La différence entre les faunes marines du Lutétien moyen et du Lutétien supérieur est d'ailleurs assez fugace.

Le *Bartonien* est formé de poudingues lacustres aux mêmes points où le Lutétien supérieur se présente sous ce faciès; puis, d'Orthez à la Côte des Basques, il est représenté par des marnes bleues à *Nummulites contortus*, *N. striatus*, *Orthophragmina Fortisi*, *Serpula spirulea*.

Enfin je classe dans le *Ludien-Sannoisien*, d'une part les calcaires lacustres de Mas Saintes Puelles et de Miraval à *Palæotherium* et *Dactylius lævolongus*; de l'autre, les couches à *Nummulites Bouillei*, *N. vascus*, *N. intermedius*, *Euspatangus ornatus*, *Natica crassatina* de la côte de Biarritz à partir du Port-Vieux vers le Nord, de Gaas, Lesperon, Tuc du Saumon, etc..

Je ne vois rien qui puisse être rapporté à cet étage sur les feuilles de Saint-Gaudens, Tarbes, Luz et Mauléon.

Afin de maintenir cet article dans les limites voulues, je ne m'occuperai pas ici des roches éruptives, qui feront l'objet d'un chapitre dans le travail inséré aux *Mémoires*.

Structure.

AXE DE LA CHAÎNE. — Dans une chaîne de montagnes comme les Pyrénées, où les mouvements orogéniques ne se sont pas bornés à des plissements simples, mais où, bien au contraire, les chevauchements sont innombrables, l'axe est souvent fort difficile à suivre et son tracé un peu hypothétique. Sous cette réserve,

je considère comme l'axe de la chaîne une ligne qui part de l'affleurement silurien des Aldudes sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port pour aboutir au Cap de Creus. Sa direction qui est aussi celle de la chaîne elle-même, est Nord 101° Est.

PLIS. — Les plis, dans leur ensemble, ont la même direction que la chaîne, et cela quel que soit l'âge des couches qui en sont affectées : il n'y a pas une direction pour les plis du Primaire et une autre pour ceux du Secondaire et du Tertiaire. Il est bien évident d'ailleurs que je ne parle ici que des directions moyennes ; il peut exister localement des déviations allant jusqu'à 90°, mais sans importance générale. Toutefois, ce que je viens de dire ne s'applique pas aux Petites Pyrénées, ni aux Corbières. On remarque en effet qu'entre Foix et Quillan le faisceau de plis qui constitue les Pyrénées et ses annexes présente un maximum de contraction ; à partir de cette zone les plis septentrionaux s'éloignent de la direction moyenne des Pyrénées pour se dévier vers le Nord, ceux du versant atlantique de quelques degrés seulement, ceux du versant méditerranéen d'une quantité beaucoup plus considérable puisque certains d'entre eux deviennent N-S. dans la région de Narbonne.

L'ensemble présente assez bien l'aspect d'une botte de paille fortement serrée en son milieu : le lien passerait entre Foix et Quillan.

Dans la partie occidentale, il y a peu de plis : on ne voit guère jusqu'à Tardets que deux anticlinaux, dont l'un est l'axe de la chaîne. En avançant vers l'Est on constate l'apparition successive de plis nouveaux, la plupart du temps par un relèvement brusque de leur axe.

Sur le versant septentrional, les plus rapprochés de l'axe viennent au jour les premiers ; sur le versant méridional tout un groupe apparaît simultanément dans la région d'Urdo.

Le nombre et l'importance des plis augmentent jusqu'au méridien de Salies du Salat ; ils diminuent ensuite momentanément, mais au méridien de Quillan la complexité reprend et il se forme deux groupes de plis, l'un se portant au NÉ., l'autre au SSE. ; ces deux groupes enserrent la région *déprimée* de Perpignan.

Il est à remarquer que la terminaison du faisceau de plis pyrénéens s'opère ici d'une façon toute différente de ce que nous avons constaté sur le versant atlantique : de ce côté-ci, le nombre et l'intensité des plis ne diminuent pas progressivement, mais ceux du groupe méridional se continuent soit jusqu'à la mer, soit jusqu'au bassin pliocène de Perpignan, tandis que ceux du groupe

septentrional persistent dans la direction NE. jusqu'à leur disparition sous le Miocène ou les alluvions.

FAILLES. — Les failles verticales et rectilignes, les seules auxquelles on réserve parfois aujourd'hui le nom de failles, — à tort selon moi —, sont très rares dans les Pyrénées et sans importance pour la structure générale.

Il n'en est pas de même des failles obliques ou failles de chevauchement qui tiennent une place de premier ordre dans les Pyrénées. Leur étude est liée à celle des chevauchements eux-mêmes.

CHEVAUCHEMENTS ET RENVERSEMENTS. — Je ne puis songer à en donner ici l'énumération qui, en l'absence de carte, serait absolument fastidieuse et inutile ; je citerai seulement les deux plus importants : celui de Saint-Engrace vers le Sud et celui de Bélesta-Padern vers le Nord. Ce dernier n'est pas un chevauchement unique, mais il se compose d'une série d'éléments distincts qui se relaient en quelque sorte en se recouvrant de l'Ouest à l'Est.

L'étude de tous les chevauchements pyrénéens conduit aux conclusions suivantes :

La plupart d'entre eux se portent vers le Nord, mais il y a de nombreuses exceptions, parmi lesquelles je citerai en dehors du grand chevauchement de Sainte-Engrace, ceux des environs de Gavarnie, d'Eaux-Chaudes, de Sarrance, de Bielle, de Cagire, du Pech de Foix, qui tous, sont plus ou moins exactement dirigés au Sud.

Les renversements sans chevauchement sont aussi généralement vers le Nord, mais dans cette catégorie d'accidents comme dans la précédente, il y a des exceptions.

TRANSGRESSIONS ET DISCORDANCES. — Les transgressions sont les suivantes :

1. *Transgression permienne*, très accentuée à l'Ouest, moins nette ailleurs. Sur la feuille de Mauléon, le Permien repose indifféremment sur le Carbonifère ou le Dévonien.

2. *Transgression aptienne*. Peu importante et n'existant que dans la partie occidentale.

3. *Transgression cénomanienn*e. La plus importante de toutes ; surtout remarquable à l'Ouest, elle se suit pourtant jusque sur la feuille de Quillan.

4. *Transgression du Crétacé supérieur*. Le mouvement d'affaissement a continué pendant le Turonien et le Sénonien et

des dépôts de ces étages ont débordé le Cénomani en plusieurs endroits (les Corbières, zone frontière de Luz, Urdos et Mauléon).

5. *Transgression lutétienne* et

6. *Transgression bartonienne* peu importantes et limitées à la partie occidentale.

ÉTENDUE DES MERS. — Je n'insisterai pas sur le détail de l'étendue de chacune des mers successives ; on le trouvera avec cartes à l'appui dans les *Mémoires*. Je ferai seulement remarquer que, peut-être dès le Permien, certainement depuis le Trias, il existait déjà une crête émergée s'étendant sur toute la longueur de la chaîne¹. Cette crête a été recouverte en partie (dans les Pyrénées orientales d'une part, à l'Ouest du haut Gave de Pau d'autre part) par le Crétacé supérieur seulement : aucune des mers triasique, liasique, jurassique, crétacée inférieure, éocène n'a passé par-dessus les Pyrénées. A toutes ces époques, les mers française et espagnole ne communiquaient que par l'emplacement actuel de l'Océan et de la Méditerranée.

Le golfe de l'Aquitaine, esquissé momentanément lors de l'Oxfordien, reste seul couvert par la mer à dater du Lutétien supérieur ; les eaux marines se retirent peu à peu vers l'Ouest depuis cette époque jusqu'à l'époque actuelle.

Histoire géologique de la chaîne.

Jusqu'au Dinantien inclus, la mer devait couvrir toute la région ; il n'y a aucun indice de mouvement du sol. Un premier exhaussement en masse s'est produit alors, laissant subsister une suite de lagunes dans lesquelles se sont accumulés des restes de plantes terrestres et parfois de la houille.

À la fin du Houiller, il y a eu quelques mouvements qui, sans présenter une très grande importance, ont été suffisants pour qu'une discordance indiscutable, surtout à l'Ouest, se soit manifestée entre le Houiller et le Permien.

Deux lignes de crêtes étaient ébauchées dès cette époque : l'une allant des Corbières au S. du Mas d'Azil, l'autre suivant à peu près la ligne de faite actuelle des Pyrénées sauf à l'Ouest où elle devait passer un peu plus au Sud. La première n'a pas été recouverte par les eaux permienues ; la seconde l'a été au moins en grande partie, mais par des eaux douces probablement.

L'exhaussement s'est légèrement accentué avec le Trias : la mer n'empiétait que fort peu sur le rivage actuel et encore du

1. Si ce n'est tout à fait à l'extrémité occidentale.

côté de l'Atlantique seulement ; partout ailleurs, il n'y avait que des lagunes où l'évaporation amenait la production du gypse et du sel. Ces eaux saumâtres ne recouvraient ni la partie centrale des Corbières, ni la partie médiane des Pyrénées.

Un affaissement s'est produit au début du Jurassique et des dépôts marins se sont effectués depuis l'Infralias jusqu'au Toarcien, dans un détroit qui faisait communiquer les deux mers et s'élargissait à ses extrémités : les Corbières restaient émergées ainsi que la plus grande partie de la crête des Pyrénées.

Un exhaussement progressif a repoussé la mer à l'Est sur l'emplacement de la Méditerranée actuelle, à l'Ouest jusqu'au méridien de Tardets pendant le Bajocien et le Bathonien, jusqu'à celui d'Aussurucq à l'époque oxfordienne. L'émergence a ensuite été complète pendant tout le reste du Jurassique et le début du Crétacé ; puis au commencement de l'Aptien (Gargasien), la mer a occupé à nouveau presque exactement l'emplacement qu'elle couvrait pendant le Lias. Peut-être seulement s'étendait-elle un peu plus vers le Nord dans la partie occidentale, mais elle n'avait aucune communication directe avec l'Espagne et continuait à contourner les Corbières par le Sud.

Le fait que, malgré la lacune énorme qui a précédé son dépôt, l'Aptien a occupé le même emplacement que le Jurassique et qu'il le recouvre presque partout en concordance, montre que tous les mouvements qui se sont produits entre le Permien et l'Aptien ont été des mouvements d'ensemble, élevant ou abaissant toute la région sans modifier les rapports de ses différentes parties.

Entre l'Albien et le Cénomanién, les mouvements ont été plus complexes : à l'Ouest les dépôts marins du Cénomanién prennent un grand développement et recouvrent même la partie axiale de la chaîne, tandis qu'au milieu et à l'Est, ils sont rejetés vers le Nord, perdant du terrain vers les Pyrénées proprement dites pour en gagner du côté de Camarade et des Corbières. Il y a donc eu affaissement de la région occidentale du massif primaire de Camarade ainsi que des Corbières et exhaussement de la partie axiale orientale. C'est de cette époque que datent les plissements qui ont surélevé les massifs primaires de Milhas, des Trois-Seigneurs et du Saint-Barthélemy.

L'affaissement de la partie occidentale n'a pas été de longue durée et dès l'époque sénonienne, il n'y avait plus de communication directe entre les deux versants ; l'emplacement occupé par la mer sénonienne est rejeté au Nord de celui où s'était

déposé le Cénomaniens depuis l'Atlantique jusqu'à Foix. Au delà vers l'Est, il n'a pas sensiblement varié.

Par contre, la mer sénonienne espagnole a gagné du terrain et recouvert des parties exondées depuis fort longtemps soit à la Manère et Amélie, soit surtout sur les feuilles de Luz, Urdos et Mauléon où elle atteignait Eaux-Bonnes et Argelès.

L'affaissement s'est maintenu pendant tout le Danien sur les feuilles de Luz et Mauléon où cet étage est entièrement marin ; dans la région d'Amélie et de la Manère, la mer a encore occupé le pays pendant la partie inférieure du Danien, puis elle s'est retirée pour être remplacée par des eaux douces.

Au contraire, au Nord de la chaîne l'exhaussement qui avait déjà commencé dans les Corbières à la partie supérieure du Sénonien, a continué et a repoussé la mer jusqu'au delà de la Garonne à Saint-Martory.

Il est à remarquer que le massif primaire de l'Alaric, resté exondé depuis le Carbonifère, a commencé à s'abaisser par rapport aux Corbières, car il a reçu des dépôts lacustres du Danien.

Pendant l'Éocène inférieur, émergence de toute la partie occidentale française et espagnole ainsi que la région de la Manère et d'Amélie ; de Saint-Gaudens aux Corbières, dépôt de couches alternativement marines et lacustres se prolongeant jusqu'à la Montagne Noire. A cette époque, les eaux, — marines ou lacustres, — ont cessé de contourner par le Sud le massif primaire des Corbières pour passer au Nord de ces montagnes. Il y a donc eu continuation du mouvement de bascule ébauché à l'époque danienne, mouvement qui a relevé la région de Sougraigne-Padern et abaissé celle de l'Alaric où la mer lutétienne s'est largement étendue.

Au début du Lutétien, il s'était d'ailleurs produit un affaissement général qui a fait revenir la mer sur toute la longueur de la chaîne, avec un rivage méridional à peu près le même que celui de la mer danienne.

L'affaissement s'est fait sentir également sur le versant méridional où l'on constate la présence du Lutétien au Mont Perdu aussi bien qu'aux environs de la Manère ; il n'est pas arrivé jusqu'à Amélie.

Dès la fin du Lutétien moyen, un nouvel exhaussement a chassé définitivement la mer de toute la partie orientale, depuis la Méditerranée jusqu'au delà de Pau : le golfe aquitain du Lutétien supérieur dépassait à peine Orthez.

Pendant le Bartonien, on ne constate pas de modifications

notables, mais à la fin de cet étage, l'exhaussement a continué et le rivage du Ludien, déplacé vers le Nord-Ouest, passe approximativement par Biarritz, Pouillon et Roquefort.

Tous les mouvements reconnus entre le Cénomanién et le Ludien ont été des exhaussements et affaissements d'ensemble, non accompagnés de plissements; c'est seulement à l'époque ludienne, ou au plus tôt à l'époque bartonienne, que d'énergiques actions orogéniques se sont fait sentir, produisant les plis et accidents que j'ai indiqués dans les paragraphes précédents.

Postérieurement au Ludien, les Pyrénées, définitivement constituées, sont entrées dans une période de calme et n'ont plus subi que des mouvements d'ensemble de faible amplitude: le contour des mers miocène et pliocène diffère très peu de celui des mers actuelles.

Non existence de plusieurs nappes de charriage superposées.

La conclusion de mes études, au point de vue de la structure, est que, dans les Pyrénées, il n'existe que fort rarement des plis couchés complets, à flanc renversé conservé, mais que par contre les chevauchements par écaille sont d'une prodigieuse fréquence. Certains d'entre eux se poursuivent sur une grande longueur, parfois avec relais, mais avec une faible amplitude dans le sens du mouvement de translation et une forte inclinaison de la surface de contact qui les sépare de la masse chevauchée.

Quelques-uns de ces chevauchements, par l'amplitude de leur mouvement de translation, la position voisine de l'horizontale de leur surface de contact avec le substratum ou le détachement de leurs racines, peuvent mériter le nom de charriages; mais ils sont peu nombreux. Je citerai la montagne de Tauch, le pic de Bugarach, les accidents des environs de Tarascon, de Bagnères-de-Bigorre, de Gavarnie et le massif de Lacoura près Sainte-Engrace.

Je considère au contraire comme en place tous les massifs primaires sans exception ainsi que le Pech de Foix et la montagne Saint-Sauveur.

La conception de M. Léon Bertrand est tout autre¹; il admet l'existence de quatre nappes de charriages distinctes, fréquemment superposées les unes aux autres et se portant toutes, sans

1. L. BERTRAND. Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales. *Bull. des Services de la Carte géologique de la France*, t. XVII, p. 365, 1907.

aucune exception, du Sud au Nord. Ces nappes de charriages comprennent tous les massifs primaires séparés de la zone primaire centrale, à l'exception des Corbières, notamment le Primaire de Bessède, le massif du Saint-Barthélemy, celui de Milhas, etc..

Ainsi d'un côté, chevauchements très nombreux, mais de faible amplitude, dirigés le plus souvent au Nord; mais parfois aussi en sens inverse; de l'autre, vastes nappes de charriage empilées les unes sur les autres, se portant toutes au Nord et s'étendant sur toute la longueur de la région étudiée par l'auteur (feuilles de Quillan, Foix et partie de celle de Bagnères-de-Luchon). Tels sont les deux systèmes en présence.

Certes la théorie de M. Léon Bertrand est très séduisante et parfaitement admissible pour toute personne qui examine ses coupes sans pouvoir les contrôler sur le terrain. Mais il en est tout autrement pour celui qui, comme moi, parcourt depuis trente-deux ans la chaîne des Pyrénées, et je n'hésite pas à dire que dans les coupes de M. L. Bertrand, *la part de l'imagination est trop grande, alors que celle de l'observation est trop réduite; que nulle part on ne peut voir les superpositions de séries ou de nappes qu'il indique, et que les inclinaisons de couches telles qu'il les figure sont le plus souvent différentes de la réalité soit pour le sens du plongement, soit pour son intensité.*

Certes dans toute coupe, dans toute description, il y a forcément une part d'interprétation, mais il ne faut pas que cette part soit prépondérante ni surtout que l'interprétation soit en désaccord avec les faits. Or c'est ce qui arrive dans les coupes de M. Léon Bertrand.

Pour le démontrer, il faudrait prendre successivement chacune de ses coupes, ou tout au moins les plus importantes d'entre elles et les examiner en détail; c'est ce que je ferai dans le mémoire complet. Ici je tiens seulement à affirmer qu'en aucun point il n'est possible de voir les superpositions de nappes figurées sur les coupes, pas plus que les nombreux contacts voisins de l'horizontale.

Provenance des prétendues nappes charriées. — Cette question est à peine effleurée dans les travaux de M. L. Bertrand; elle a pourtant une importance primordiale et méritait d'être traitée plus complètement.

Un premier point hors de doute, c'est que ces nappes ne pourraient provenir du versant méridional de la chaîne. On sait en

effet qu'il n'existe d'affleurements jurassiques ou crétacés inférieurs sur ce versant qu'entre les vallées du haut Llobregat et de l'Esera, et encore, dans cette partie, ont-ils des faciès différents de ceux des terrains de même âge compris dans les prétendues nappes. En dehors de cette région restreinte, soit à l'Est, soit à l'Ouest, le Crétacé supérieur repose directement par transgression sur le Trias ou le Primaire.

A l'Est, il est même impossible de chercher l'origine des nappes plus loin vers le Sud que le Canigou, puisque le petit lambeau de terrains secondaires conservé à Amélie-les-Bains nous montre que le Jurassique et le Crétacé inférieur ne se sont jamais déposés en ce point, le Crétacé supérieur reposant directement sur le Trias ou tout au moins sur le Lias inférieur.

Il faut donc faire venir ces quatre nappes de la zone primaire centrale, c'est-à-dire d'une région où il n'existe actuellement *aucun vestige de terrains secondaires*, pas même dans le pli-faille de Mérens. Cela me paraît dépasser les limites permises de l'hypothèse, d'autant plus que nous avons la preuve qu'à l'Ouest du Gave de Pau, le Crétacé supérieur s'est déposé directement sur le Primaire de la zone centrale, *sans intercalation de Crétacé inférieur ni de Jurassique*. Il est donc impossible qu'aucune nappe de charriage contenant ces terrains soit venue de la zone primaire centrale, pas plus que du versant méridional.

Dira-t-on que cette partie occidentale de la chaîne est soumise à un régime différent de celui du reste des Pyrénées? Ce serait évidemment insoutenable. Si les nappes de charriage se suivent depuis la Méditerranée jusqu'à la vallée du Gave de Pau, soit sur une longueur de 250 kilomètres, avec la régularité que leur attribue M. L. Bertrand, elles doivent incontestablement se continuer au delà vers l'Ouest. La feuille de Mauléon présente en effet comme celle de Foix et Quillan les phénomènes de chevauchement vers le Sud que l'on déclare ne pouvoir être expliqués que par des charriages venus du Sud.

Je considère en conséquence qu'il est impossible de trouver un lieu d'origine pour les grandes nappes charriées du versant nord des Pyrénées et que c'est un puissant argument à ajouter aux autres pour rejeter leur existence.

SUR QUELQUES POINTS DE LA GÉOLOGIE DU NORD DE L'ARAGON ET DE LA NAVARRE

PAR **L. Carez**

Ayant terminé mes études sur le versant nord des Pyrénées, j'ai repris avec plus de détails les recherches sur le versant méridional que j'avais ébauchées il y a une trentaine d'années. La connaissance de cette partie de la chaîne est encore trop incomplète, — elle n'a guère fait de progrès depuis trente ans, — pour permettre d'étendre au territoire espagnol les vues d'ensemble, maintenant possibles pour la France; aussi est-il intéressant de combler les nombreuses lacunes qui existent encore.

C'est dans ce but que j'ai fait en 1909 et 1910 plusieurs excursions dans le Nord de l'Aragon et dans la Navarre. J'en donne quelques résultats dans cette note préliminaire.

I. RÉGION DE JACA ET CANFRANC.

La Peña de Oroel, à quelques kilomètres au Sud de Jaca, est située dans l'axe d'un synclinal où affleurent les couches les plus récentes de la région, tandis que le col de Somport est dans le Primaire; aussi une coupe menée de l'un à l'autre de ces points donnera-t-elle toute la série des assises.

Au départ du col de Somport on rencontre divers terrains primaires que je n'ai pas étudiés mais qui, d'après M. Bresson, se rapportent au Dévonien, au Carbonifère et au Permien; ils se continuent jusqu'à deux kilomètres et demi au Nord de Canfranc. Là commence le Secondaire, reposant en discordance très accentuée sur le Primaire et montrant successivement (fig. 1)¹:

1. Calcaire blanc avec Polypiers et Sphérolites. — 20 mètres.
2. Calcaire gris jaunâtre marneux, à bancs alternativement durs et tendres. Nombreux fossiles, à la base, gros *Echinocorys*; au-dessus, *Ostrea vesicularis* LAMK., *O. larva* LAMK., *Orbitoides*, *Rhynchonella*. — 400 mètres.
3. Calcaire très blanc. Polypiers, *Lithothamnium*, Orbitoïdes. — 30 mètres.
4. Calcaire bleu. *Alveolina*, *Flosculina*, *Assilina* à Santa Elena. — 50 mètres.

1. Toutes les déterminations des Foraminifères cités dans cette coupe et dans le reste du travail sont dues à M. Henri Douvillé que je remercie de son obligeance.

5. Calcaires marneux avec petits bancs de calcaires ou de grès; quelques gros bancs de calcaires compacts. — 1500 mètres. Plusieurs niveaux fossilifères dont quelques-uns reconnus seulement en dehors de la ligne de coupe :

- a. *Assilina granulosa* D'ARCH., *A. Leymeriei* D'ARCH., *Orthophragmina Archiaci* DOUV.
- b. *Assilina granulosa* D'ARCH., *A. Leymeriei* D'ARCH., *Nummulites Lucasi* DEFR., *N. Lamarcki*, *Orbitolites complanatus* LAMK., *Orthophragmina Archiaci* DOUV., *Alveolina oblonga* D'ORB.
- c. *Nummulites crassus* BOUBÉE, *N. aturicus*? JOLY et LEYMERIE, *N. Lucasi* DEFR., *N. atacicus*? LEYM., *Assilina granulosa* D'ARCH., *Orthophragmina Archiaci* DOUV., *Alveolina oblonga* D'ORB.

6. Marnes bleues sans fossiles. — 1000 mètres.

7. Alternance de marnes, calcaires et grès, le tout bleuâtre ou brunâtre. Très nombreux fossiles : *Pecten*, *Turritella*, *Euspatangus*, *Nummulites contortus* DESH., *N. striatus* D'ORB., *Serpula*, *Orthophragmina Pratti* MICH. Vers le village de la Peña, sur le flanc méridional du grand synclinal : *Serpula spirulea* LAMK., *Orthophragmina stellata* D'ARCH. — 50 mètres.

8. Calcaire très marneux et marnes jaunes à marbrures rouges et violettes; quelques conglomérats. — 300 mètres.

9. Poudingues principalement calcaires, formant des abrupts. — 400 mètres.

Cette succession ne diffère pas beaucoup, en dehors des modifications de groupements, de celle que j'ai donnée il y a trente ans¹; pourtant j'avais à tort placé *Assilina granulosa* entre *Nummulites aturicus* et les marnes bleues à *Serpula spirulea*. Mes nouvelles recherches me conduisent à vieillir la zone à *A. granulosa* qui est plus ancienne que celle à *N. aturicus*.

Mais les progrès faits dans l'étude du

1. L. CAREZ. Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris, 1881.

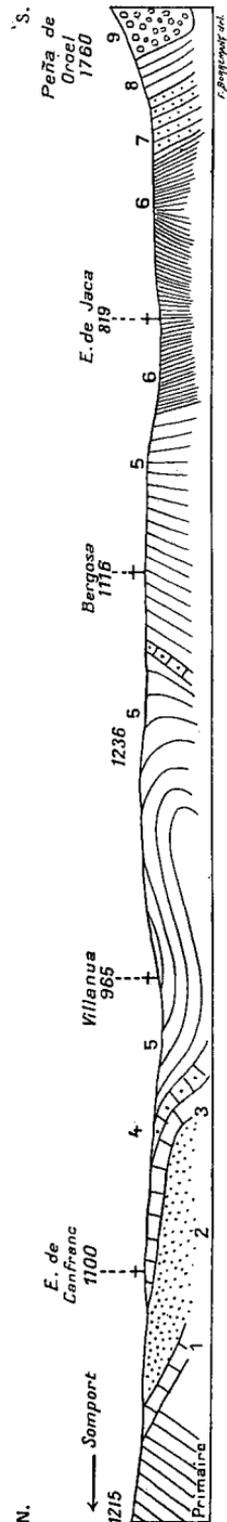


FIG. 1. — Coupe du Col de Somport à la Peña de Oroel. — 1/150 000.

Nummulitique d'autres régions depuis cette époque permettent une classification plus rigoureuse.

Les couches 1 à 3 appartiennent au Crétacé supérieur, 1 probablement au Campanien, 2 et 3 au Danién, comme les couches identiques du Marboré qui se trouve d'ailleurs sur le prolongement de la bande passant par le castillo de Hecho, Canfranc, Santa Elena.

Comme dans la partie voisine du territoire français, rien ne représente l'Éocène inférieur : 4 est déjà lutétien (Lutétien inférieur ?).

5a et b sont lutétiens moyens, 5c lutétien supérieur ; 6 et 7 sont bartoniens, 8 et 9 ludiens-sannoisiens.

On remarquera combien le faciès de l'Éocène est voisin de celui des environs d'Orthez et de Bayonne, l'épaisseur étant toutetois beaucoup plus grande ; il est par contre bien plus marin que dans

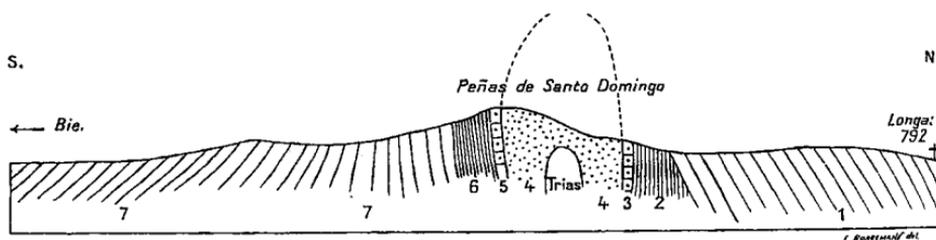


FIG. 2. — Coupe de la PEÑA DE SANTO DOMINGO. — 1/100000.

la plus grande partie de la bande du versant français. Je ferai observer en outre que les poudingues commencent ici plus tard qu'en France où ils se montrent dès le Lutétien supérieur depuis la feuille de Mauléon jusqu'à celle de Narbonne.

La petite échelle de la coupe (fig. 1) n'a pas permis de figurer exactement l'allure des couches dans la vallée de Canfranc ; la complication est beaucoup plus grande qu'elle n'est représentée dans cette coupe schématique. On peut voir notamment sur le flanc gauche de la vallée, un peu au Nord de Puente de Torrigos, un joli petit pli couché horizontal.

II. SIERRA DE SANTO DOMINGO ET DÉFILÉ DE LA PEÑA.

Au Sud du synclinal d'Oroel, les couches se relèvent et l'on voit apparaître un anticlinal qui constitue le dernier chaînon élevé avant la plaine de l'Èbre. Ce chaînon commence à la Sierra de Peñas de Santo Domingo, passe au défilé de la Peña et se continue vers l'Est par Morron de Gratal.

La coupe de ce chaînon entre Longas et Biel est la suivante (fig. 2) :

1. Calcaires marneux du LUDIEN-SANNOISIEN avec rares poudingues.
2. Marnes bleues BARTONIENNES. — 400 mètres.
3. Calcaire à Alvéolines. LUTÉTIEN. — 50 mètres.
4. Grès souvent rouges ou ferrugineux, calcaires marneux jaunes ou gris, marnes rouges, etc., avec fossiles assez nombreux dans certaines couches : Sphérulites, Bélemnites, *Ostrea*, etc. L'aspect général est saumâtre, néanmoins la présence de Sphérulites et de Bélemnites indique que certaines couches au moins sont franchement marines. DANIEN (et CAMPANIEN?). — 300 mètres.
5. Calcaire à Alvéolines. LUTÉTIEN.
6. Marnes bleues avec quelques bancs de calcaires tendres ; nombreux fossiles. BARTONIEN. — 400 mètres.
7. LUDIEN-SANNOISIEN.

Un peu plus à l'Ouest, une coupe passant par Salinas-de-Jaca et San Felices, montre (fig. 3) :

1. Calcaires marneux et poudingues du LUDIEN-SANNOISIEN.
2. Marnes bleues BARTONIENNES,

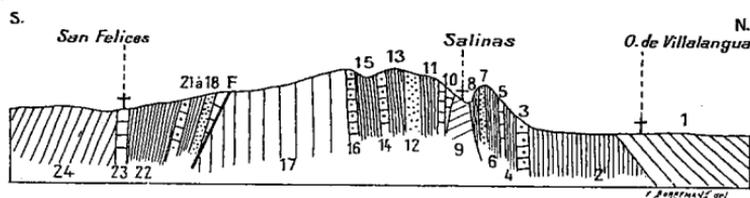


FIG. 3. — Coupe par SALINAS-DE-JACA. — 1/100 000.

3. Calcaire gris dur avec *Nummulites aturicus* JOLY et LEYMERIE, *N. Lucasi* DEFR. — 40 mètres.
 4. Marnes grises. — 50 mètres.
 5. Calcaire rosé. — 10 mètres.
 6. Marnes. — 40 mètres.
 7. Grès brun et calcaire. — 25 mètres.
 8. Marnes. — 60 mètres.
- } DANIEN.
9. Marnes rouges et vertes ; cargneules. TRIAS.
 10. Calcaire blanc compact.
 11. Marnes rouges.
 12. Grès jaunes.
 13. Marnes rouges.
- } DANIEN. — 80 mètres.
14. Calcaire blanc, puis gris et marneux ; dans cette dernière partie : *Orthophragma Fortisii* D'ARCH. (énormes), *Orth. stellata* D'ARCH. LUTÉTIEN. — 25 mètres.
 15. Marnes bleues. BARTONIEN. — 150 mètres.
 16. Calcaire blanc, marneux à la base avec grandes *Orthophragma*, *Nummulites*, Miliolites. BARTONIEN ? ou LUTÉTIEN revenant par l'effet d'un synclinal secondaire ? — 20 mètres.

17. Calcaires marneux gris à marbrures roses. — 1500 mètres.

FAILLE.

18. Calcaire blanc à marbrures roses. — 60 mètres.

19. Grès brun. — 40 mètres.

20. Marnes rouges. — 30 mètres.

21. Calcaire gréseux dur, gris un peu rosé. *Alveolina oblonga* D'ORB., *Flosculina*. — 30 mètres.

22. Marnes bleues BARTONIENNES. — 150 mètres.

23. Calcaire gris bleuâtre, un peu marneux. *Orthophragmina sella* D'ARCH., *O. stellata* D'ARCH. — 20 mètres.

24. Calcaires marneux gris à marbrures roses, puis poudingues. LUDIEN-SANNOISIEN.

Cette deuxième coupe est importante en ce qu'elle montre le Trias avec sources salées apparaissant dans le fond du vallon de Salinas, recouvert en discordance par le Danien et le Nummulitique *presque vertical*.

C'est la répétition de ce que j'ai décrit en France à Betchat dans un massif qui occupe sur le versant septentrional une position homologue à celle du massif de Santo Domingo, à la bordure de la plaine.

Il y a entre les deux coupes ci-dessus plusieurs affleurements très restreints de Trias se montrant dans les mêmes conditions ; l'un d'eux est accompagné de Lias, car j'y ai recueilli *Terebratula subpunctata* DAV., *Spiriferina*.

Après la traversée du Gallego, le Trias affleure plus largement sur le chemin de Sarsamarcuello à Anzanigo ; il est accompagné de calcaires, très probablement liasiques.

Un autre point à noter dans cette coupe est l'inclinaison au Sud de la faille de chevauchement entre les couches 17 et 18 ; le sens de la poussée est donc vers le Nord, c'est-à-dire vers l'axe de la chaîne. Un fait analogue se voit dans la vallée du Gallego, un peu au Nord de Riglos.

III. BRACHYANTICLINAL DE TIERMAS.

J'avais indiqué dès 1881 l'existence d'une faille au Nord de Tiermas ; mes récentes excursions ont confirmé son existence mais ont montré une complication plus grande que je ne l'avais supposée autrefois.

Il existe au N. de Tiermas une montagne abrupte, la Peña mayor, dont la coupe est la suivante du Nord au Sud (fig. 4) :

1. Marnes bleues BARTONIENNES.

2. Calcaire à Nummulites. *Nummulites aturicus* JOLY et LEYM., *Lucasi* DEFR.. LUTÉTIEN.

3. Grès blanc, sans fossiles. DANIEN (?).
 4. Grès brun à Orbitoïdes. DANIEN.
 5. Calcaire rosé à Hippurites. *Hippurites Vidali* MATH.. CAMPANIEN.
- FAILLE.
6. Marnes bleues BARTONIENNES.

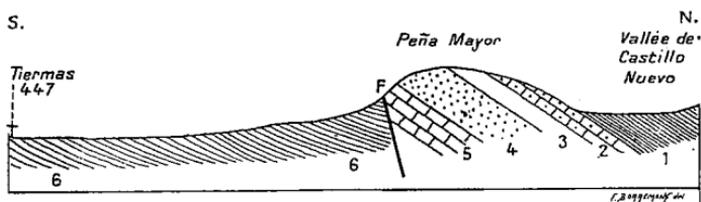


FIG. 4. — Coupe de la PEÑA MAYOR. — 1/100 000.

Les calcaires nummulitiques s'étendent seulement depuis la rivière l'Irati, — qui les traverse dans un très beau cañon, — jusqu'auprès de Villaréal ; à leurs deux extrémités, ils s'enfoncent sous les marnes bleues. L'affleurement crétacé ne se présente que sur les trois quarts de cette étendue.

La Peña mayor est donc un brachyantoclinal faillé, avec léger chevauchement au Sud. Cet accident amène au jour des couches dont l'existence dans cette région n'avait jamais été signalée : le Danien marin et le Campanien à faciès hippuritique.

IV. PLS AU NORD D'HECHO.

J'appellerai l'attention sur un pli couché que j'ai reconnu aux abords du castillo d'Hecho. Ce pli, parfaitement visible à cause

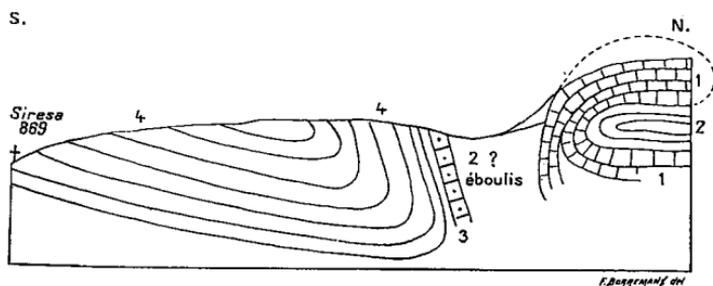


FIG. 5. — Coupe au Nord d'HECHO. — 1/75 000.

1, Calcaire blanc campanien ; 2, Calcaire grés-marneux danien ; 3, Calcaire à Alvéolines (Lutétien) ; 4, Calcaires et marnes (Lutétien).

de la différence de coloration du calcaire blanc compact du Campanien et du calcaire grés-marneux jaune brun du Danien, est couché vers le Nord, c'est-à-dire vers l'axe de la chaîne.

Cet exemple ajouté à tous ceux que j'ai cités sur le versant français, montre qu'il faut définitivement rejeter pour les Pyrénées, l'axiome d'après lequel tous les plis couchés, chevauchements et charriages se dirigeraient de l'axe de la chaîne vers la plaine.

V. ENVIRONS D'ESTELLA.

Mes études aux environs d'Estella m'ont amené à modifier profondément la carte géologique de cette région (fig. 6).

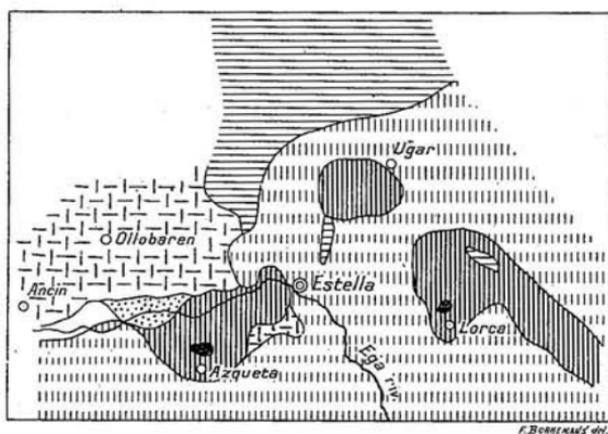


FIG. 6. — Carte géologique des ENVIRONS D'ESTELLA. — 1/400 000.

	Calcaires marneux et pou- dingues. Ludien-San- noisien.		Cénomaniens.
	Lutétien.		Trias.
	Sénonien (et Turonien?)		Ophite.

Le premier point sur lequel j'attirerai l'attention est l'existence de plusieurs affleurements triasiques d'une certaine étendue. Ils sont constitués par des marnes souvent rouges, très gypseuses, des cargneules, des brèches avec calcaires noirs et parties vermillon; c'est le faciès typique du Trias pyrénéen. J'y ai même trouvé les quartz bipyramidés comme sur le versant français.

Ces affleurements triasiques sont percés de pointements ophi-
tiques dont quelques-uns déjà reconnus avaient été indiqués
comme traversant le Tertiaire. C'est une erreur certaine et je ne
doute pas que la suite de mes recherches ne m'amène à faire la

même rectification pour les autres pointements ophitiques marqués à l'Ouest de Pamplona sur les cartes espagnoles : il n'y a pas d'ophites tertiaires.

A l'Ouest d'Estella, au kilomètre 5 de la route de Vitoria, apparaissent des grès gris micacés, tendres, entremêlés de marnes de même couleur, micacées également. Le tout est rempli d'*Orbitolina concava* LAMK. et présente une teinte générale gris-fer bien spéciale. C'est le Cénomanién que j'avais d'ailleurs déjà reconnu en 1881, mais contrairement à ce que je pensais à cette époque, il n'apparaît pas ici par faille; il s'est déposé en discordance sur le Trias.

Au-dessus du Cénomanién viennent des marnes bleu clair, avec rognons calcaires représentant le Sénonien et peut-être aussi le Turonien¹. Ces marnes sont couronnées par un calcaire compact dans lequel je n'ai pas réussi à trouver de fossiles déterminables.

Au Nord sont d'autres calcaires remplis de Nummulites (*Nummulites aturicus* JOLY et LEYMERIE, *N. crassus* BOUBÉE, *N. complanatus* D'ARCH., *N. Lucasi* DEFR.), dont je n'ai pas encore éclairci le mode de contact avec les marnes sénoniennes et enfin, en discordance sur le tout, viennent les calcaires marneux tendres et les poudingues du Ludien-Sannoisien. Cet étage est parfois difficile à séparer du Trias parce que, lorsqu'il repose sur ce terrain, ses premières assises se sont formées aux dépens des argiles rouges triasiques sous-jacentes. C'est ce qui explique comment on a pu méconnaître l'existence du Trias dans cette région.

L'étude des environs d'Estella montre donc : l'existence du Trias avec ophite; — l'absence de Jurassique et de Crétacé inférieur, le Cénomanién reposant directement sur le Trias; — l'apparition du Cénomanién qui manque plus à l'Est; — la non existence d'ophites éocènes; — la transgression du Ludien-Sannoisien sur tous les terrains antérieurs.

RÉSUMÉ

Dans la partie septentrionale, de Biescas à Hecho, le Campanien transgressif repose directement sur le Primaire : tous les terrains intermédiaires manquent et l'on est en droit de supposer qu'ils ne se sont jamais déposés. Le Danien est marin et l'Éocène,

1. J'ai rapporté de ces couches de nombreux Oursins dont l'étude n'a pas encore été faite.

marin également, présente une épaisseur considérable avec un faciès très voisin de celui de la région de Bayonne.

Dans l'anticlinal de Santo Domingo, le Trias et le Lias existent, mais ils sont recouverts directement par le Danien; la lacune, un peu moins importante qu'au Nord, correspond encore à tout le Jurassique supérieur au Lias et à tout le Crétacé jusqu'au Sénonien¹.

Le Danien de cette région est en partie marin, en partie lacustre; quant à l'Éocène, il est bien moins développé qu'au Nord. Le Lutétien surtout est très réduit.

Les calcaires marneux et les poudingues du Ludien-Sannoisien sont en discordance transgressive indiscutable sur les autres terrains. Ce fait est déjà connu depuis longtemps, mais il est bon de le rappeler car en France, sauf au Sud de Pau, il n'y a pas de discordance à ce niveau.

En avançant vers l'Ouest, on trouve le Campanien à Tiermas, puis beaucoup plus loin, au delà d'Estella, tout le Sénonien, le Turonien probablement et le Cénomaniens.

Ce dernier repose sur le Trias; la lacune diminue donc d'importance dans cette direction, mais elle est encore loin d'être comblée à Estella.

Le point capital de la structure est l'existence d'une vaste aire synclinal à direction Est-Ouest, dont l'axe passe un peu au Sud de Jaca, et qui est comprise entre le Primaire de la crête-frontière d'une part et l'anticlinal de Santo Domingo de l'autre. Ce vaste synclinal, régulier dans l'ensemble, est affecté de plissements secondaires fréquents, assez intenses pour amener des renversements et des chevauchements.

Parmi ces accidents de second ordre, on peut citer le pli d'Hecho couché au Nord, le brachyanticlinal faillé de Tiermas, la faille avec chevauchement au Nord de Riglos.

Le Trias apparaît en beaucoup de points, soit dans la Sierra de Santo Domingo, soit aux environs d'Estella. Partout (sauf en un seul point où j'ai découvert du Lias), il est surmonté en discordance par différentes assises crétacées ou tertiaires. Il est curieux de retrouver ici ce mode de gisement si particulier du Trias, bien connu maintenant sur le versant septentrional des Pyrénées; je crois qu'il est encore plus fréquent sur le versant espagnol et je persiste à penser que le sel de Cardona en est un exemple.

1. M. Mallada a bien indiqué dans cette région quelques lambeaux de Sénonien et même un peu de Turonien, mais d'après des espèces peu probantes et mal conservées.

OBSERVATIONS SUR LA FLORE FOSSILE
DES GRÈS THANÉTIENS DE VERVINS (AISNE) ET REVISION
DES ESPÈCES QUI LA COMPOSENT

PAR **P.-H. Fritel.**

PLANCHES XII ET XIII.

Les restes de végétaux fossiles constituant la flore des grès intercalés dans les sables thanétiens sont encore peu nombreux et mal connus, par suite de leur mauvais état de conservation habituel.

Étudiés d'abord par Watelet¹, ils furent postérieurement l'objet d'une note de M. Gosselet².

En combinant les formes décrites ou simplement mentionnées par les auteurs on obtient l'ensemble suivant :

<i>Tæniopteris affinis</i> VIS. et MASS.	<i>Myrica angustissima</i> WAT.
<i>Lygodium</i> sp. GOSSELET.	— <i>verbinensis</i> WAT.
<i>Cryptomeria Bazini</i> WAT.	— <i>attenuata</i> WAT.
<i>Pinus macrolepis</i> AD. BRONGN. MSS.	— <i>curticellensis</i> WAT.
<i>Bambusium Papilloni</i> WAT.	— <i>Roginei</i> WAT.
<i>Poacites Heeri</i> WAT.	<i>Pasianopsis retinervis</i> SAP. et MAR.
— <i>Roginei</i> WAT.	<i>Ficus</i> sp. GOSSELET.
— <i>obsoletus</i> WAT.	— sp. GOSS.
— <i>protogeus</i> WAT.	<i>Laurus degener</i> GOSS.
— <i>deletus</i> WAT.	<i>Platanus Papilloni</i> WAT.
<i>Cyperites deperditus</i> WAT.	<i>Sterculia verbinensis</i> WAT.
— <i>carinatus</i> WAT.	<i>Grevillea verbinensis</i> WAT.
<i>Amomophyllum tenue</i> WAT.	<i>Dryandroides Roginei</i> WAT.
<i>Flabellaria raphifolia</i> STERNB.	<i>Stachycarpus eocenica</i> ST. MEUN. ÉCORCE et bois indéterminés.
— <i>minima</i> WAT.	
— sp. GOSSELET.	

Le nombre des espèces qui composent cet ensemble, bien que peu élevé, doit être cependant réduit de près de moitié, plusieurs des empreintes distinguées spécifiquement par Watelet pouvant être réunies sous un même nom ; il est, de plus, nécessaire de modifier la plupart des déterminations génériques de cet auteur.

1. WATELET. Description des plantes fossiles du bassin de Paris, 1866.

2. GOSSELET. Quelques remarques sur la flore des sables d'Ostricourt. *Ann. Soc. géol. du Nord*, X, p. 100; pl. v, 1882-83.

Pour quelques-unes des espèces énumérées dans la liste précédente la vérification des déterminations est devenue impossible par suite de la disparition des échantillons types et par le manque de descriptions suffisantes et de figures se rapportant à ces espèces. Tel est le cas pour les empreintes désignées sous les noms de : *Tæniopteris affinis*¹, *Cryptomeria Bazini*², *Pinus macrolepis*, *Amomophyllum tenue*³.

J'ai pu, au contraire, examiner à loisir les types de la plupart des autres espèces, grâce à l'obligeance de MM. le Dr Ganelon, conservateur du Musée de Vervins, et Tronquoy, auxquels j'adresse tous mes remerciements, ainsi qu'à M. le Professeur Lecomte qui a bien voulu me communiquer les échantillons appartenant au Muséum de Paris.

C'est à la suite de cet examen que je propose la revision suivante :

Cryptogames

LYGODIUM GOSSELETI n. sp.

M. Gosselet, en signalant cette Fougère dans les sables d'Artres, ne lui donne pas de nom spécifique, il la compare à celle des sables de Bagshot et dit qu'elle en diffère par sa nervure médiane tellement atténuée qu'elle ne se distingue plus des nervures secondaires, caractère qui est en effet bien évident sur la figure donnée par l'auteur.

Ayant comparé cette figure avec celle du *Lygodium Kaulfussi* HEER, du gisement anglais, j'ai constaté que les nervures sont plus serrées dans l'empreinte d'Artres, et bien que la médiane soit en effet moins visible sur le fossile du Nord, il y a cependant des échantillons de Bagshot qui me paraissent, sous ce rapport, extrêmement voisins de la pinnule figurée par M. Gos-

1. Pour Schimper (in ZITTEL. Traité Paléont., II^e partie, Paléophytologie, p. 182) le *Tæniopteris affinis* VISIANI et MASSALONGO, auquel Watelet rapporte une des empreintes de Vervins, serait vraisemblablement un *Acrostichum*, genre dont j'ai trouvé des représentants dans les argiles sparnaciennes des environs immédiats de Paris.

2. Comme on le verra plus loin le *Cryptomeria Bazini* correspond très probablement à des rameaux du *Doliosstobus Sternbergi*, assez communs dans le même gisement.

3. Les feuilles que M. Watelet assimile à ce genre sont pétiolées, dit Schimper, et s'éloignent beaucoup sous ce rapport des *Amomum* vivants. Pour ce dernier, l'existence à l'état fossile du type *Amomum* est plus que douteuse. Schenk considère également ces restes comme absolument insuffisants pour prouver l'existence de Zingibéracées à l'époque tertiaire. Nous éliminerons donc cette espèce de la liste des plantes thanétiennes.

selet. Il est probable que la différence observée est due à ce que les empreintes représentent des faces différentes de la pinnule.

Parmi les espèces vivantes le *Lygodium Gosseleti* peut être comparé, pour la forme générale, aux *Lygodium pennatifidum* SWARTZ de la Malaisie et au *Lygodium hastatum* DESV. du Brésil et de la Guyane anglaise.

Phanérogames gymnospermes

DOLIOSTROBUS STERNBERGI

(GOEPP) MARION

Sous le nom de *Poacites Heeri*, Watelet décrit comme épillets de Graminées, des restes se rapportant à des rameaux de Conifères et qui, en dernière analyse, doivent être assimilés à ceux du *Doliosstrobis Sternbergi* MAR. L'examen de la figure ci-contre (fig. 1) qui reproduit l'un des types du *Poacites Heeri* WATELET ne laisse aucun doute à cet égard ; c'est sans doute à des organes similaires que fut appliqué, jadis, le nom de *Cryptomeria* (*Cryptomeria Bazini* WAT.) mais il est aujourd'hui impossible de vérifier l'identité de ces restes, les échantillons se rapportant à cette espèce ayant été égarés.



FIG. 1.
Rameau de *Doliosstrobis*.
Type du *Poacites Heeri* WAT.
Grandeur naturelle.

Phanérogames angiospermes

MONOCOTYLÉDONES

Les Palmiers à frondes flabelliformes sont représentés dans les grès de Vervins par deux types distincts signalés, l'un par Watelet, l'autre par M. Gosselet, sous le nom commun de *Flabellaria raphifolia*, mais qui en réalité appartiennent au groupe des Sabal.

SABALITES PRIMÆVA (SCHIMPER) nob.

Schimper rapporte au genre *Sabal* l'espèce figurée par Waterlet, et lui impose le nom de *Sabal primæva* en faisant remarquer, avec raison, qu'elle diffère du *Sabal major* par le nombre beaucoup moins considérable de ses segments et par son rachis plus court et presque tronqué à son sommet.

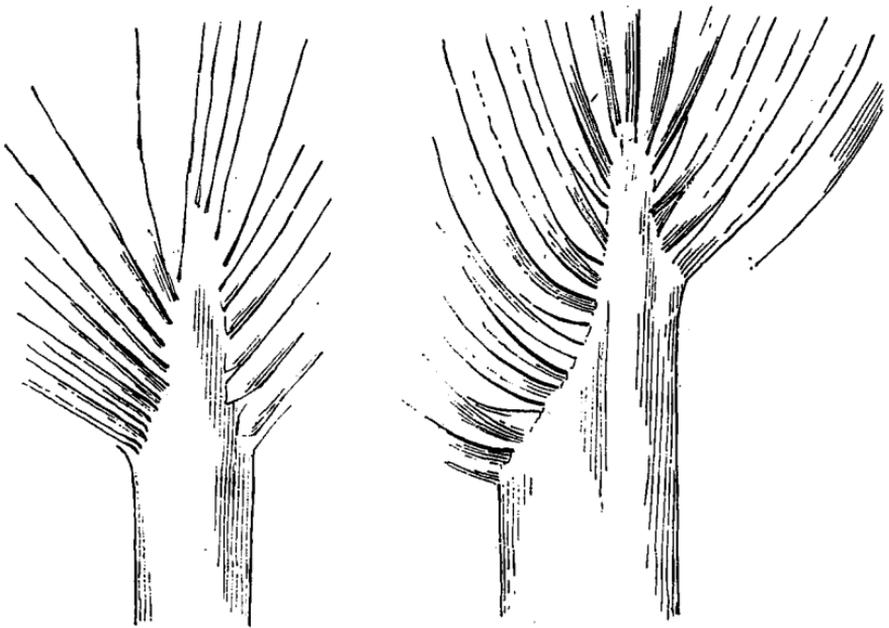


FIG. 2.

A

Fronde du *Sabalites Chatiniana* CRIÉ,
d'après CRIÉ.

B

Fronde du *Sabalites primæva* SCHIMP.,
d'après WATERLET.

Il y a lieu de réunir à cette espèce le Palmier des grès de l'Anjou et de la Sarthe mentionné et figuré par L. Crié¹, sous le nom de *Sabalites Chatiniana* (pl. D, fig. 22-23 du travail de Crié); la forme du rachis, la disposition et le nombre des segments étant les mêmes dans ces deux formes, comme le montrent les croquis ci-joints (fig. 2, A et B) donnés comparativement.

SABALITES ANDEGAVENSIS (SCHIMPER) SAPORTA

Le second type dont M. Gosselet a donné un bon dessin, en le rapportant à tort au *Flabellaria raphifolia*, c'est-à-dire à l'espèce

1. L. CRIÉ. Recherches sur la végétation de l'Ouest de la France à l'époque tertiaire (Thèse de Doctorat), 1878.

précédente, correspond exactement à la diagnose du *Sabal andegavensis* de Schimper¹. Dans cette dernière espèce le rachis, au lieu d'être longuement prolongé comme dans le *S. major*, est au contraire subitement rétréci en un acumen lancéolé très court. Les rayons sont moins nombreux, puisque l'on n'en compte pas plus de vingt de chaque côté du rachis.

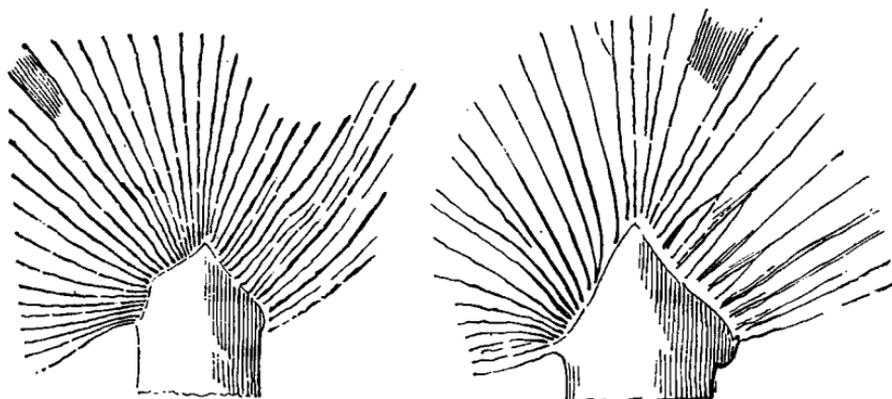


FIG. 3.

A

Fronde du *Flabellaria hœringiana*,
d'après Gosselet.

B

Fronde du *Sabalites andegavensis*
SCHIMPER, d'après Crié.]

Il suffit d'ailleurs de comparer les figures du *S. andegavensis* données par Crié (reproduite en B, fig. 3) avec celle de M. Gosselet (fig. 3 A) pour se rendre immédiatement compte de la similitude qui existe entre les empreintes du grès de l'Anjou et celles du grès de Vervins.

Les débris foliaires inscrits par Watelet sous les noms génériques de *Poacites* et de *Cyperites* ne sont, en réalité, que des fragments plus ou moins réduits de segments de frondes de palmiers, qu'il est d'ailleurs impossible, vu l'état de ces restes, d'attribuer plus spécialement à l'une ou l'autre des deux espèces mentionnées ci-dessus.

En effet les empreintes qui se rapportent soit au *Sabalites primœva*, soit au *Sabalites andegavensis* présentent des segments tellement semblables qu'il est impossible de les distinguer sur de simples fragments. Ce sont des lambeaux linéaires dont la largeur varie en raison de l'âge et du degré de développement de l'organe dont ils proviennent.

1. SCHIMPER. *Traité de paléontologie végétale*, t. III, p. 490.

Tous présentent une nervure médiane plus ou moins accentuée formant quelquefois une carène distincte (*Cyperites carinatus* et *C. deperditus*, fig. 4) ou obsolète et quelquefois tout à fait effacée (*Poacites obsoletus* et autres). Cette nervure médiane est accompagnée de chaque côté par des nervures longitudinales, parallèles, dont le nombre peut varier dans une certaine mesure.



FIG. 4.

Empreinte type au
Cyperites carinatus
de Watelet. (gr.
nat.). Mus. Hist. nat.
Paris.

Contrairement à ce que représentent presque toutes les figures de Watelet ces segments de frondes n'ont point les bords parallèles; ils sont plus étroits à la base que dans leur partie médiane. Cette disposition absolument conforme à celle des segments de frondes de Sabals ou de *Flabellaria* se voit parfaitement sur la figure 4 de la planche XII qui reproduit l'échantillon type du *Poacites obsoletus* de Watelet.

A la suite des remarques précédentes, les cinq *Poacites* que Watelet avait cru reconnaître dans les grès de Vervins, devront disparaître de la liste des plantes thanétiennes.

L'empreinte à laquelle le même auteur applique le nom de *Flabellaria minima* est vraiment trop fruste pour que l'on puisse tenter une détermination, même approximative.

Mais il est indubitable qu'elle n'a rien de commun avec une fronde flabelliforme de Palmier.

Le fragment de roche qui renferme cette empreinte est constitué par une sorte de tuf gréseux très friable qui n'a conservé qu'une impression très rudimentaire de quelques feuilles ou folioles disposées fortuitement en éventail.

Ces organes, au nombre de quatre, sont mutilés à la base et au sommet et leurs bords n'existent plus. Probablement lancéolé linéaire, le limbe présente une nervure médiane beaucoup plus forte que les secondaires qui sont devenues absolument indiscernables.

L'aspect et les dimensions et surtout la disposition de ces organes font supposer qu'ils ont pu appartenir à un *Dewalquea*, genre représenté dans le Thanétien par plusieurs espèces.

Quoi qu'il en soit, la forme de ces folioles et l'absence complète des nervures longitudinales et parallèles accompagnant la médiane, qui se montrent toujours plus ou moins nettement sur les segments de frondes de Palmiers, interdisent toute comparaison entre ces dernières et le *Flabellaria minima* WAT. qui doit disparaître de la nomenclature.

Pour en finir avec les Monocotylédones je dirai quelques mots sur la mauvaise empreinte décrite par Watelet sous le nom de *Bambusium Papilloni*.

Schimper ¹ doutant déjà de la légitimité de cette détermination plaçait dans le genre *Arundo* ce prétendu Bambou dont il n'a certainement pas vu le type. Grâce à l'obligeance du Dr Ganelon, j'ai pu examiner cette empreinte, simple fragment de bois de Dicotylédone dont il est impossible de déterminer la nature exacte.

Comme le montre la figure 2 de la planche XII, ce fossile présente dans l'une de ses parties le moule en creux de la surface d'une écorce qui a disparu du fait de la fossilisation. Cette écorce est rugueuse, fissurée transversalement, sillonnée de craquelures qui forment à sa surface une sorte de réseau à mailles irrégulièrement rectangulaires et qui d'ailleurs ne peuvent aider en rien à la détermination de ce bois. Quant aux nœuds (?) figurés par Watelet ils sont simplement dus à une fragmentation accidentelle du bois. Il ne s'agit donc nullement d'un chaume et il n'y a pas lieu, à mon avis, de maintenir les noms de *Bambusium* ou d'*Arundo Papilloni*, dans la liste des espèces thanétiennes

DYCOTYLÉDONES

APÉTALES

MYRICA ACUMINATA UNGER

Pl. XII, fig. 3.

Dryandroides acuminata ETTINGSH.

— *latifolius* ETTINGSH.

Parmi les matériaux qui m'ont été communiqués par M. le Dr Ganelon, je signalerai une empreinte qui me paraît nouvelle pour la flore thanétienne. Elle se rapporte à un organe, mutilé à ses deux extrémités mais qui peut être facilement reconstitué par la pensée.

C'est une feuille (pl. XII, fig. 3) lancéolée linéaire, atténuée aux deux extrémités, serratée sur les bords. Seule la nervure médiane est visible, elle est forte et épaisse, les autres nervures, sans doute noyées dans l'épaisseur du limbe, ne présentaient qu'un relief trop faible pour laisser leur empreinte sur le grain relativement grossier de la roche encaissante.

1. SCHIMPER. *Traité de Paléont. végét.*, t. II, p. 395.

On est frappé de la ressemblance qui existe entre cette feuille et celles du gisement de Monod (fig. 5 B, 5 C), rapportées par Heer au *Dryandroides acuminata*¹, espèce qui, à la suite de la découverte de ses fruits dans le Crétacé d'Atanakerdluck (Groënland),

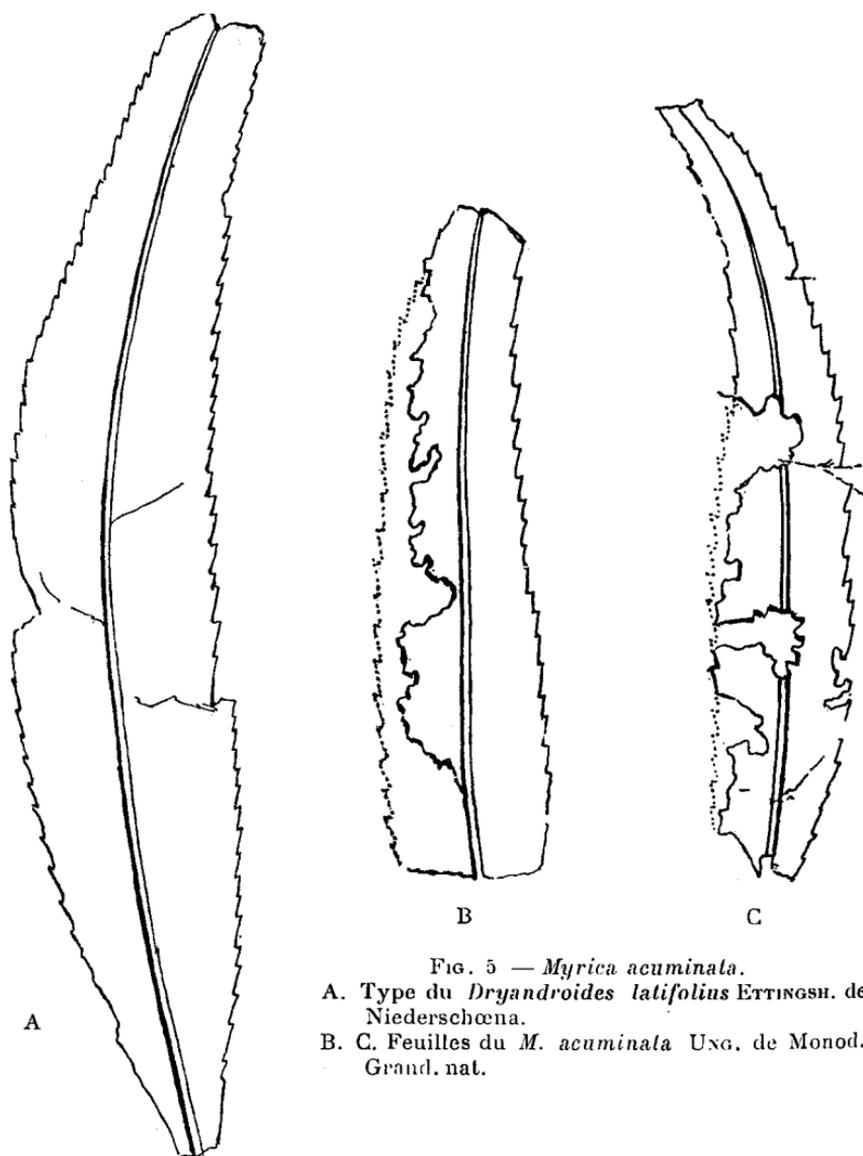


FIG. 5 — *Myrica acuminata*.

- A. Type du *Dryandroides latifolius* ERINGSH. de Niederschœna.
 B. C. Feuilles du *M. acuminata* UNG. de Monod. Grand. nat.

fut réintégrée dans le genre *Myrica*, où Unger l'avait primitivement placée.

1. HERR. Flor. tert. Helv., t. II, pl. 99, fig. 8; pl. 100, fig. 2.

Or si l'on admet cette dernière interprétation, il faut également considérer comme *Myrica* le *Dryandroides latifolius* ETTINGSH. de la craie de Niederschœna (fig. 5 A) qui, plus encore que l'espèce précédente, semble voisin de l'empreinte des grès de Vervins.

La forme générale du limbe est la même, le mode de denticulation des bords est identique, la nervure médiane présente une importance égale dans l'une et l'autre espèce où l'on observe aussi l'absence de toute nervation secondaire.

D'Ettingshausen n'a pas manqué de faire remarquer combien son espèce crétacée était voisine du *D. banksiæfolia* et si l'on admet, avec Schimper, l'identité presque absolue de ce dernier avec *Myrica (Dryandroides) acuminata*, en compagnie duquel il se montre dans plusieurs gisements, il faut conclure que toutes ces empreintes, y compris celles de Vervins, représentent une Myricée éteinte, dont les affinités avec les formes actuelles sont assez difficilement appréciables.

Je ferai remarquer en passant, que la présence du *M. banksiæfolia* UNG. vient d'être signalée par le Dr Langeron dans les travertins de Passignac (Charente) en compagnie d'espèces absolument identiques à celles de Sézanne, permettant de placer le gisement à plantes charentais sur le même niveau stratigraphique.

COMPTONIA SCHRANKII (STERNB.) BERRY

Pl. XII, fig. 4-5.

Les restes désignés par Watelet sous le nom de *Dryandroides Roginei* paraissent assez répandus dans les grès de Vervins. Je reproduis planche XII, figure 4-5 les empreintes les plus caractéristiques pour montrer qu'elles ne peuvent être séparées du *Comptonia Schrankii* (STERNB.) BERRY, à la synonymie duquel il faudra ajouter le *Dryandroides Roginei* de Watelet.

Ce dernier paraît également voisin du *Dryandra cretacea* VELEN, du Cénomaniens de Bohême.

DRYOPHYLLUM CURTICELLEENSE (WATELET) SAPORTA

Les cinq *Myrica* signalés ici par Watelet doivent être réunis sous le nom de *Dryophyllum curticellense*, comme l'a proposé de Saporta¹.

1. DE SAPORTA et MARION. *Loc. cit.*, t. XLI, p. 53.

M. Gosselet a figuré des feuilles de cette espèce qui montrent combien ces organes étaient variables. Les feuilles les plus larges (pl. v, fig. 3 de la note de M. Gosselet) correspondent à la var. *curticellensis* (*Myrica curticellensis* de Watelet), les feuilles de moyenne largeur (fig. 4) à la variété *Roginei* (*Myrica Roginei*

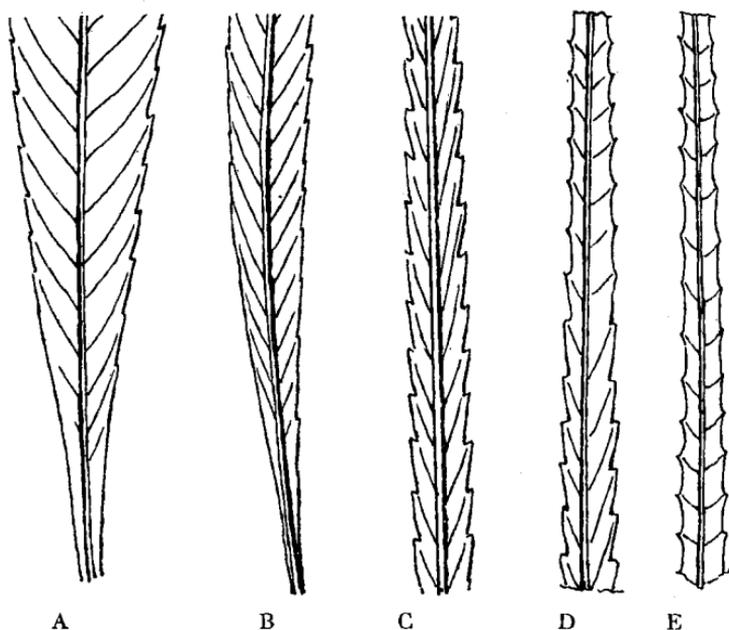


FIG. 6. — *Dryophyllum curticellense* (WAT.) SAP. et ses variétés.
 A. Forme typique du *D. curticellense*.
 B. Var. *Roginei* (*Myrica Roginei* WAT.).
 C. D. Var. *angustissima* (*Myrica angustissima* WAT.).
 E. Feuille des grès à Sabalites, rapportée par Crié au *Myrica æmula* HEER et appartenant au *D. curticellense*, var. *angustissima*.
 Tous ces dessins sont de grandeur naturelle.

WAT.) et enfin les feuilles longues et étroites (fig. 2) à la var. *angustissima* (*Myrica angustissima* WAT.).

De plus, si l'on compare la figure de cette dernière variété, donnée par M. Gosselet, avec les feuilles figurées par M. Crié sous le nom de *Myrica æmula* on est frappé de leur ressemblance qui est particulièrement accentuée dans la figure 50, planche 1, de la thèse de Crié, représentant un organe considéré par Schenk comme se rapportant au genre *Dryophyllum*.

DRYOPHYLLUM LAXINERVE SAPORTA et MARION

Pl. XII, fig. 6-7.

En dehors de la forme *angustissima* du *D. curticellense*, dont il vient d'être parlé, on rencontre dans les grès de Vervins des fragments plus ou moins incomplets de feuilles très allongées, étroites, linéaires, atténuées aux deux extrémités et dont les bords sont découpés par des dents aiguës très fines et beaucoup plus espacées que dans le *D. curticellense*. Le limbe, assez épais, était de consistance coriace (fig. 7).

La nervure médiane est représentée par un sillon relativement large et profond, correspondant à un relief très prononcé ; les nervures secondaires sont au contraire faiblement indiquées, bien qu'encore très visibles. Elles sont disposées par paires subopposées, espacées, par conséquent relativement peu nombreuses, leur parcours est ascendant et elles montent en se courbant légèrement pour se rendre dans les dents marginales. La grossièreté du grès n'a pas permis la conservation du réseau tertiaire, qui devait être très ténu.

Ces organes me paraissent extrêmement voisins des lambeaux de feuilles représentés par de Saporta et Marion sous le nom de *Dryophyllum laxinerve* et en particulier avec le fragment représenté par la figure 6 de la planche I de leur premier mémoire sur les plantes fossiles de Gelinden¹.



FIG. 7.
Dryophyllum laxinerve SAPORTA et
MARION.

DRYOPHYLLUM LEVALENSE MARTY

C'est également au genre *Dryophyllum* qu'il faut rapporter l'empreinte désignée par M. Gosselet sous le nom de *Ficus* et représentée par la figure 13 de la planche qui accompagne sa note sur les végétaux des sables d'Ostricourt.

1. DE SAPORTA et MARION. Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden. *Mém. cour. Acad. roy. des Sc. et Let. de Belgique*, XXXVII, 1873.

M. Marty, avec beaucoup de vraisemblance, identifie cette empreinte avec son *Dryophyllum levalense*, du Montien du Hainaut ¹.

PASIANOPSIS RETINERVIS SAPORTA et MARION

M. Gosselet signale un échantillon de Lewarde, se rapportant à cette espèce ; mais dans les matériaux que j'ai pu examiner, je n'ai pas rencontré d'empreintes qui puissent être assimilées au genre *Pasianopsis*. Des recherches ultérieures viendront très probablement combler cette lacune, car cette espèce paraît commune dans les gisements du Nord de la France, peut-être devra-t-on y rapporter les empreintes désignées sous le nom de *Laurus degener*, qui me paraissent inséparables de celles du grès de Belleu décrites par Watelet sous le nom de *Laurus belenensis*, lesquelles ne peuvent se distinguer des feuilles du *Pasianopsis retinervis* SAP. comme je l'ai déjà démontré ².

DIALYPÉTALES

STERCULIA LABRUSCA UNGER

Pl. XII, fig. 8.

Comme de Saporita et Marion l'ont indiqué dans leur étude sur la flore thanétienne de Gelinden, cette espèce, très répandue dans le Tertiaire, est déjà représentée dans les grès de Vervins, car il convient de lui rapporter les empreintes décrites par Watelet sous les noms de *Sterculia verbinensis* et de *Sterculia Duchartrei*. Ces empreintes paraissent assez communes dans les grès dont il est ici question, et sont en général de petite taille.

ARALIA (? *OREOPANAX*) *PAPILLONI* (WATELET) nob.

Pl. XIII, fig. 1 et 2.

Platanus Papilloni WAT. : Descr. pl. foss. du bassin de Paris, p. 165, pl. 45, fig. 3, 1866.

Les Araliacées qui semblent représentées par d'assez nombreuses espèces dans les gisements thanétiens de Gelinden et de Sézanne, ont aussi laissé des traces dans les grès de Vervins.

1. MARTY. Études sur les vég. foss. du Trieu de Leval (Hainaut). *Mém. Mus. roy. Hist. nat. de Belgique*, 1907, p. 29.

2. FRITEL. Revision de la flore fossile des grès yprésiens du bassin de Paris, *Journal de Botanique* (2*), t. II, p. 160, 1909.

C'est en effet à cette famille qu'il faut rapporter les empreintes décrites, sous le nom de *Platanus Papilloni*, par Watelet qui fit remarquer l'analogie présentée par ce dernier avec les *Platanus digitata* et *P. Sirii* d'Unger, sans qu'il soit possible cependant de les confondre.

A mon avis, les feuilles de Vervins se rapprochent beaucoup plus de celles des *Platanus jatrophaefolia* et *digitata*, variétés de l'*Oreopanax Hercules* UNG., que des feuilles du *P. Sirii*, qui ne représente qu'une variété du *Sterculia Labrusca* (*St. Labrusca*



FIG. 8. — *Oreopanax* cf. *aquisextiana* DE SAPHOTA.

Base d'une feuille avec son pétiole et accompagnée de nombreuses graines. (D'après un échantillon d'Aix en Provence, Muséum de Paris). Grand. nat.

var. *platinifolia* SCHIMPER). Elles diffèrent néanmoins de la variété *digitata* de l'*O. Hercules* par des lobes plus profondément divisés, et par la plus grande largeur des sinus qui séparent les lobes. Ceux-ci, plus étroits que dans l'espèce aquitanaïenne, sont plus rétrécis à leur base, et leurs bords paraissent absolument dépourvus des denticulations, très peu accentuées il est vrai, mais qui existent cependant sur cette dernière; l'état des empreintes ne permet pas du moins d'en constater la présence.

Si l'on compare l'espèce de Vervins à celle qui a été signalée à Sézanne par M. Langeron, on voit que les lobes en sont moins profondément divisés et plus élargis, qu'ils sont beaucoup moins acuminés au sommet, en un mot plus robustes que ceux de l'*Oreopanax Sezannense*. Les sinus sont aussi beaucoup plus larges et les bords portent des denticulations dont il est impossible de constater la présence sur l'*O. Papilloni*. Ce dernier paraît donc intermédiaire entre l'espèce de Sézanne et la variété aquitaine mentionnée ci-dessus. Il est également voisin de l'*Aralia Kowalewskiana* SAP. et MAR.¹ du Cénomanien de Bohême dont les feuilles ont la même forme et les mêmes dimensions mais dont le nombre des lobes varie de 3 à 7.

On peut encore comparer, dans une certaine mesure, les feuilles de Vervins avec une empreinte des gypses d'Aix appartenant au Muséum de Paris. Cette empreinte (fig. 8) représente la base d'une feuille palmatilobée (5-7 lobes) encore munie de son pétiole, qui est très épais, et entourée de nombreuses graines qui ont appartenu à la même plante. Elle concorde parfaitement avec l'une des figures consacrées par de Saporta à l'*Aralia aquisextiana*, décrit dans la flore d'Aix².

La simple comparaison des figures ci-jointes permet de saisir les analogies qui existent entre cette feuille et celles du *Platanus Papilloni*, que je propose d'inscrire, à la suite de cette discussion, sous le nom de *Aralia* (? *Oreopanax*) *Papilloni*.

MYRTOPHYLLUM WARDERI LESQX

Pl. XII, fig. 9.

Les empreintes rapportées par Watelet au *Ficus degener* d'Unger, bien que très répandues dans les grès thanétiens, sont, en général, trop mal conservées pour qu'il soit possible de les interpréter d'une manière satisfaisante.

L'une d'elles, appartenant au Musée de Vervins et représentée planche XII, figure 9 et figure 9 B, permet néanmoins de se faire une idée assez nette de cette espèce, c'est précisément l'échantillon qui sert de modèle à l'une des figures bien imparfaites données par Watelet.

1. SAPORTA. Le monde des plantes, p. 199, fig. 1, et Edw. BAYER. Studien im Gebiete der Böhmisches Kreideformation: *Arch. d. naturw. Land. v. Böhmen*, 3. XI, n° 2, p. 119, fig. 118, 1901.

2. SAPORTA. Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix en Provence, II^e partie, pl. XI-XII, fig. 2.

C'est une feuille lancéolée sublinéaire, à bords simples, très longuement atténuée sur un pétiole très court, ou même presque nul. Elle est mutilée dans sa partie supérieure, mais d'autres échan-

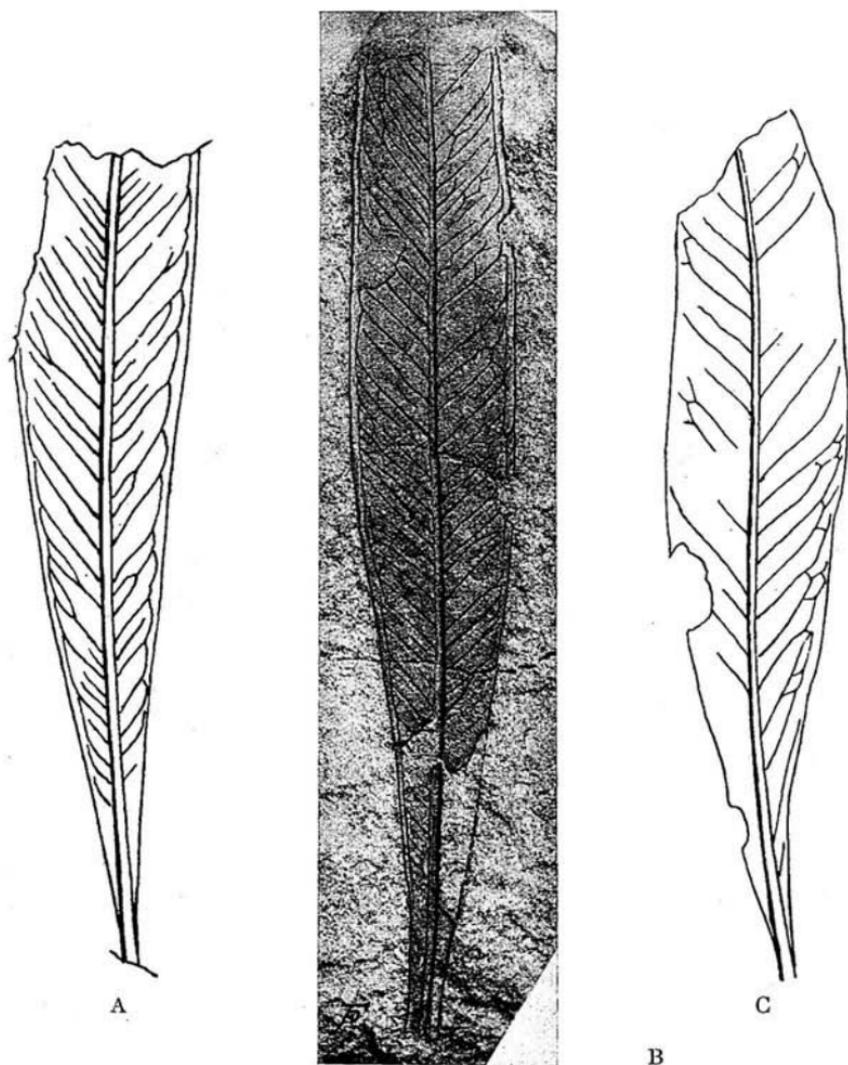


FIG. 9. — *Myrtophyllum Warderi* LESQX.

A. Feuille du Crétacé de Fort-Harker, Kansas.

B. Feuille des grès thanétiens de Vervins, Aisne.

C. *Laurophyllum elegans* HOLLICK, du Crétacé de Long-Island.
De grandeur naturelle.

tillons montrent que ces organes se terminaient au sommet en une pointe obtuse. La consistance de ces feuilles devait être

coriace; la nervation pennée comporte une forte nervure médiane, presque égale dans toute la longueur du fragment qui est représenté ici. De cette médiane s'échappent, sous un angle moyen d'environ 50°, un grand nombre (on en compte 35-40 paires sur ce fragment) de nervures secondaires assez régulièrement parallèles et équidistantes; opposées à la base de l'organe, elles tendent à devenir alternes vers le sommet. Ces nervures, presque rectilignes dans la plus grande partie de leur parcours, se redressent assez brusquement vers la marge, se reliant alors les unes aux autres par camptodromie en laissant, entre les arceaux et le bord de la feuille, un espace libre dans lequel aucune nervure n'est visible. Quelques nervures intermédiaires s'intercalent çà et là entre les précédentes; des nervures tertiaires, d'ailleurs peu nettes, semblent former vers les bords un réseau peu étendu et à mailles allongées transversalement.

Il me paraît impossible de confondre ces feuilles avec celles du *Ficus degener* d'Unger, espèce d'ailleurs mal définie et dont Ettingshausen fait un *Elæodendron*; elles s'éloignent également des organes figurés par M. Gosselet sous le nom de *Laurus degener*, dont la nervation paraît nettement différente. Je considère, au contraire, comme voisins des empreintes de Vervins, certains fragments provenant du Crétacé supérieur d'Atane (Gröenland) décrits par Heer sous le nom de *Proteoides crassipes*, mais dans cette dernière espèce le pétiole est beaucoup plus développé.

La ressemblance est encore plus frappante quand on compare l'espèce de Vervins avec les figures du *Myrtophyllum Warderi* décrit par Lesquereux et provenant du Crétacé de Fort-Harker (Kansas). Je donne (fig. 9 A), la copie d'une figure de Lesquereux à côté du dessin au trait exécuté sur une photographie du type de Watelet, également représenté (pl. XII, fig. 9). L'examen comparatif de ces figures me dispensera d'insister sur les analogies qui relie ces deux formes.

A côté de celles-ci, j'en place une troisième (fig. 9 C) du Crétacé de Long-Island, décrite par M. Hollick sous le nom de *Laurophyllum elegans* et qui me paraît inséparable des deux précédentes.

Je rappellerai que, d'une part, Hollick met en synonymie du *Laurophyllum elegans* le *Proteoides daphnogenoides* HEER, que Velenovsky rapporte de son côté, à l'*Eucalyptus Geinitzi* HEER, de la Craie de Moletain; tandis que Lesquereux rapproche les feuilles du *Myrtophyllum Warderi* de celles figurées par de Saporta, sous le nom de *Myrtophyllum pulchrum*, espèce tha-

nétienne du Sud de la France¹, et comparées par cet auteur au *Myrtophyllum* (*Eucalyptus*) *Geinitzi* de Heer. Tous ces auteurs ont été frappés par la similitude des caractères qui se montrent dans ces différentes espèces, il est donc vraisemblable d'admettre qu'elles représentent un type éteint, ayant de grandes affinités avec les Myrtacées actuelles et en particulier avec certaines formes australiennes telles que *Eucalyptus* et *Tristania*.

Quoi qu'il en soit, les feuilles du grès de Vervins ne peuvent être considérées comme appartenant au *Ficus degener* UNGER (*Elæodendron*) ETTINGSHAUSEN. Le nom de *Laurus degener* que M. Gosselet leur applique ne saurait, non plus, leur convenir, c'est pourquoi je propose de les rattacher aux Myrtacées, en les inscrivant, tout au moins provisoirement, sous le nom de *Myrtophyllum Warderi* LESQX., espèce qui, parmi celles que je viens d'énumérer, me paraît la plus intimement liée par ses caractères aux empreintes thanétiennes.

Le *Myrtophyllum Warderi* et l'*Aralia Papilloni* semblent perpétuer, dans la flore paléocène, les formes crétaciques du centre de l'Europe.

STACHYCARPUS EOCENICA STANISLAS MEUNIER

Pl. XII, fig. 10.

Ce fossile, signalé pour la première fois par M. Stanislas Meunier² qui l'a recueilli dans le grès thanétien de Beuvy (Pas-de-Calais), est constitué par un épi fructifère conservé sur une longueur de 40 mm. Il présente un axe primaire assez volumineux (représenté sur l'empreinte par un vide cylindrique) autour duquel s'insèrent, suivant une ligne spirale, des corps sphéroïdaux dont le diamètre atteint environ 6 millimètres et qui sont au nombre de 14 sur l'échantillon, bien que celui-ci paraisse mutilé à l'une des extrémités.

M. St. Meunier ayant publié une description assez détaillée de ce fossile, il serait superflu de revenir sur ce sujet. Néanmoins, je crois utile d'en donner une reproduction photographique accompagnée de figures schématiques montrant les coupes transversales (fig. 10 B) et longitudinales (fig. 10 C) de ces fruits. Dans ces coupes : *r* représente la roche encaissante, qui pénétrant par le sommet *s* (10 C) du fruit, en a comblé les loges *l* ; *p* représente les parois oculaires, en grande partie disparues sur

1. DE SAPORTA. Le monde des plantes, p. 356, fig. 113-114.

2. *Le Naturaliste*, n° 261, 15 janvier 1898.

le fossile, et *a* le vide laissé par la disparition de l'axe du fruit; *ap* représente l'axe primaire de l'épi.

Ces schémas donnent donc les seuls caractères structuraux qu'il soit possible de voir sur ces organes dont l'analyse, si elle pouvait être poussée plus loin, conduirait vraisemblablement à des rapprochements botaniques assez différents de ceux qui ont été proposés, mais qui n'en seraient pas moins prématurés, vu l'état de conservation défectueux de cet épi.

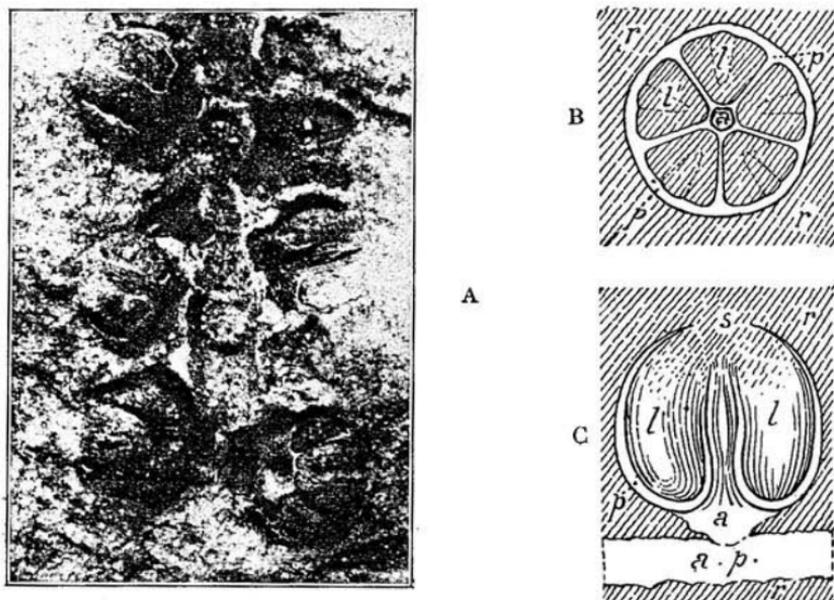


FIG. 10. — *Stachycarpus eocenica* STANISLAS MEUNIER.

- A. Portion de l'épi grossie deux fois.
 B. Coupe transversale d'un fruit. $\times 4$.
 C. Coupe longitudinale du même. $\times 4$.

CORTICITES STIGMARIOIDES (ETTINGSH.) ENGELH.

J'ai reconnu, parmi les échantillons du musée de Vervins, l'empreinte d'une écorce semblable en tous points à celle du Quadersandstein de Niederschöna, décrite et figurée par d'Ettingshausen¹ comme tige de *Najadée* sous le nom de *Caulinites stigmarioides* et dont Engelhardt fit beaucoup plus tard le *Corticites stigmarioides*².

1. D'ETTINGSHAUSEN. Kreideflora, v. Niederschöna in Sachsen. *Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wissensch. z. Wien*. Band LV, I, p. 238, pl. II, fig. 1, 1867.
 2. ENGELHARDT. Ueber böhm. Kreidefl., p. 116.

Cette écorce constitue donc un troisième lien entre la flore thanétienne et la flore crétacée citée précédemment.

RÉSUMÉ

En résumé, la flore des grès thanétiens du Nord de la France ne comporte qu'un nombre très restreint d'éléments qui, abstraction faite des types douteux ou insuffisamment connus, se réduit aux espèces suivantes :

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| CRYPTOGAMES | 6. <i>Comptonia Schrankii.</i> |
| 1. <i>Lygodium Gosseleti</i> | 7. <i>Dryophyllum curticellense.</i> |
| PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES | 8. — <i>laxinerve.</i> |
| 2. <i>Doliosstobus Sternbergi.</i> | 9. — <i>levalense.</i> |
| PHANÉROGAMES ANGIOSPERMES | 10. <i>Pasianopsis retinervis.</i> |
| MONOCOTYLÉDONES | DIALYPÉTALES |
| 3. <i>Sabalites primæva.</i> | 11. <i>Sterculia Labrusca.</i> |
| 4. — <i>andegavensis.</i> | 12. <i>Oreopanax Papilloni.</i> |
| DICOTYLÉDONES | 13. <i>Myrtophyllum Warderi.</i> |
| APÉTALES | 14. <i>Stachycarpus eocenica.</i> |
| 5. <i>Myrica acuminata.</i> | |

Cet ensemble, dont aucun des éléments ne paraît vraiment caractéristique de l'époque thanétienne, sauf peut-être *Stachycarpus*, présente un certain nombre de types, dont les uns se montrent déjà dans les flores crétacées et les autres dans les flores tertiaires plus récentes et en particulier dans celles des grès de Belleu et des grès à *Sabalites* de l'Anjou et du Maine. On y constate, de plus, l'absence complète d'espèces des travertins de Sézanne (Marne), qui sont cependant synchroniques et dont le gisement est peu éloigné géographiquement.

Il faut donc admettre que les végétaux dont on retrouve les restes dans les grès du Nord de la France vécurent dans une station où les conditions d'habitat devaient être bien différentes de celles qui régnaient à Sézanne dans le même temps. Au contraire, ces conditions durent être réalisées de nouveau à l'époque yprésienne dans les environs de Paris et plus tard encore dans l'Ouest de la France.

Séance du 7 novembre 1910

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT,
PUIS DE M. M. COSSMANN, VICE-PRÉSIDENT

Le Président annonce les décès de MM. R. BASSET-BONNEFONS, Félix CAMBESSEDÉS, Eugène DANILOFF, le colonel Manuel MIQUEL E IRIZAR et de M. Georges ROLLAND, ingénieur en chef au Corps des Mines, membre à vie de la Société depuis 1879.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Raymond Decary**, à la Ferté-sous-Jouarre, présenté par MM. Sayn et Roman ;

Pierre Roux, ingénieur E. C. L. à Lyon, présenté par MM. Sayn et Roman.

Le Secrétaire présente au nom de S. A. S. le **Prince de Monaco**, qui en fait don à la bibliothèque de la Société, la série complète des publications de l'Institut océanographique :

1° Résultats des campagnes scientifiques ; 2° Carte générale bathymétrique du fond des Océans ; 3° Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé) ; 4° et 5° le *Bulletin* et les *Annales de l'Institut océanographique* de Monaco, publiés avec le concours de M. Jules RICHARD.

M. **Léon Bertrand** offre à la Société une brochure intitulée « La notion de faciès en Géologie ».

Cette brochure comprend deux articles parus, l'été dernier, dans la *Revue du Mois* et qui résument l'introduction d'une série de leçons faites l'hiver dernier au Collège de France. Dans le premier de ces articles, l'auteur a rappelé les conditions auxquelles doit satisfaire la définition d'un faciès et examiné sommairement le rôle des faciès en stratigraphie, en particulier les causes d'erreur qu'ils peuvent introduire dans la détermination de l'âge des couches géologiques. Dans le second article, il a cherché à mettre en évidence les relations de la notion de faciès avec les grandes questions de la géologie et les lumières que cette notion peut jeter sur les grandes questions de métamorphisme, de granitisation, de tectonique générale, etc.

M. **Léon Bertrand** présente ensuite une « Notice sommaire sur le panneau des Pyrénées françaises, du Sud de l'Aquitaine et de la Montagne-Noire », envoyé par le Service de la Carte géologique à l'Exposition de Bruxelles.

Dans cette notice, ont été exposées sommairement les grandes lignes de la stratigraphie et de la tectonique des Pyrénées et des régions adjacentes figurant sur ce panneau, telles que l'auteur les conçoit d'après ses recherches personnelles et les travaux de tous les Collaborateurs du Service qui ont contribué à l'établissement des feuilles de la Carte à 1/80 000 composant ce panneau. La liste des collaborateurs en question et la part respective que ces géologues ont prise à la connaissance de nos régions du Sud-Ouest ont été indiquées dans l'introduction de cette notice, publiée par le Service de la Carte géologique.

M. Robert Douvillé offre une note intitulée : « *Lépidocyclines et Cycloclypeus malgaches*¹ ».

Dans cette note l'auteur étudie un certain nombre d'échantillons rapportés de Madagascar par M. Paul Lemoine. Il a cherché à préciser les communications qui existent normalement entre les loges et, dans le cas de la *Lepidocyclina Mariæ* n. sp., les caractères différentiels permettant de distinguer ces perforations naturelles des perforations en quelque sorte pathologiques produites par les Algues perforantes désignées par Schlumberger sous le nom d'« Orbitophage ».

M. G. Dollfus présente un extrait du *Bulletin du Service de la Carte géologique de France* contenant un sommaire de ses travaux pendant l'année 1909. On y trouvera une coupe géologique des petites falaises des berges de la Loire entre Gien et Jargeau, un tableau de classification des couches tertiaires de la feuille de Bourges à 1/320 000, et de nombreux renseignements sur des recherches d'eaux et forages aux environs de Paris.

M. Henri Douvillé présente une note : « Sur la formation du limon des plateaux » (*CR. Ac. Sc.*, 10 octobre 1910).

Dans cette note M. Douvillé discute les hypothèses mises en avant pour expliquer la formation du limon; la nature compacte du dépôt et le cailloutis de base rappellent tout à fait les dépôts d'inondation, tandis que les formations éoliennes sont d'une nature toute différente. Mais à l'altitude élevée où on observe les limons, les inondations n'ont été possibles que si les vallées étaient comblées et elles n'ont pu l'être que par des glaces et des neiges; c'est la fusion de ces dernières qui a déposé les limons. Les habitants de la région refoulés par le développement progressif des glaciers n'avaient pu résister aux rigueurs de ce climat glacé, et c'est tout leur outillage que nous retrouvons sous forme de silex taillés dans les cailloutis de base.

M. Douvillé montre ensuite une série de photographies de la carrière Meuf à Gentilly exécutées par M. Dollot en 1900; les profondes

1. *Ann. Soc. roy. Zool. et Malacol. de Belgique*, XLIV, 1909, pp. 125-139.

cannelures parallèles observées à la surface du Calcaire grossier semblent bien dues à l'action des glaciers.

Une autre photographie de la carrière de Côte-Côte à Dieppe montre la superposition des deux limons bien distincts ; le limon supérieur seul avec son cailloutis de base renferme les silex taillés habituels, le limon inférieur plus ancien serait d'âge pliocène : c'est du reste l'âge qui avait été généralement attribué à ces cailloutis de base.

M. Emmanuel de Martonne présente une brochure intitulée : « Atlas photographique des formes du Relief terrestre. Choix de documents morphologiques caractéristiques accompagnés de Notices scientifiques. Première circulaire du comité nommé pour en assurer l'exécution par le IX^e Congrès International de Géographie. »

Cette publication répond à un vœu du dernier congrès international de Géographie. L'atlas photographique projeté devrait rendre aux géographes morphologistes les mêmes services que la *Palaeontologia Universalis* aux géologues. Il serait formé de planches séparées donnant chacune une représentation d'une forme type de relief. La commission nommée par le Congrès comprenait MM. J. Brunhes, Chaix, Brückner, W. M. Davis, Epper, E. de Margerie, E. de Martonne, Penck, J. de Schokalski, Vélain et Yokoyama, et avait pour mission de préparer un plan de l'ouvrage. La commission a choisi dans son sein un comité exécutif formé par MM. Brunhes, Chaix et E. de Martonne, qui a rédigé la brochure présentée. On y trouvera un essai de classement des formes du Relief réparties en séries suivant leur origine, qui ne sera peut-être passans intérêt pour les géologues et des indications sur les conditions de la publication projetée. Le comité exécutif serait heureux de recevoir de nos confrères géologues soit des photographies pouvant être utilisées, soit des conseils sur l'organisation de l'ouvrage.

M. Armand Thevenin fait hommage à la Société d'un mémoire intitulé : « Les plus anciens Quadrupèdes de France¹ ».

Il a eu pour but de reprendre, à la lumière des nombreux travaux publiés récemment à l'étranger et avec de nombreux matériaux, l'étude des Amphibiens et des Reptiles paléozoïques magistralement décrits par Albert Gaudry, il y a trente ou quarante ans déjà.

Les plus communs des Amphibiens d'Autun, les *Protriton*, appartiennent à coup sûr au même genre que les *Branchiosaurus amblystomus* de Saxe étudiés par M. Credner ; ils ont présenté les mêmes métamorphoses et leur développement, beaucoup plus lent que celui des animaux actuels, a pu être suivi depuis des larves de 22 mm. jusqu'à des adultes, sans branchies, de 15 cm. Leur adaptation au milieu

1. Extr. des *Annales de Paléontologie*, t. V.

lacustre est déjà si bien réalisée que les proportions générales de leur corps sont les mêmes que celles des Tritons de nos marais. Ce milieu varie peu et le type Amphibien urodèle a relativement peu changé.

D'autres Amphibiens du Permien sont plus évolués qu'aucun Urodèle actuel, plus adaptés à la vie terrestre.

Ce sont les *Euchirosaurus* (dont *Actinodon* est le jeune et dont *Scleurocephalus* de Saxe, *Eryops* du Texas sont de très proches parents). La vie terrestre, avec ses changements brusques des conditions ambiantes, hâte l'évolution mais en même temps comporte, pour un groupe, plus de chances d'extinction.

Les Reptiles terrestres étaient très variés dès le Permien, quelques-uns avaient déjà une organisation compliquée. C'est un groupe qui évolue vite. On trouve en France les représentants de quatre ordres au moins : des Microsauriens (*Sauravus* proche parent de *Scincosaurus crassus* de Bohême mais plus évolué), des *Cotylosauriens* (voisins des Pareiasauridés), des Pélycosauriens primitifs (*Stereorachis*) et des Protosauriens (*Aphelosaurus*, *Callibrachion*, *Haptodus*, ce dernier identique génériquement à *Palæohatteria* de Saxe).

M. Thevenin fait appel à l'activité des membres de la Société pour rechercher les ossements fossiles dans les affleurements du Permien, si étendus et à coup sûr fossilifères, du Midi de la France. Il souhaite aussi que le Trias de l'Est soit exploré pour y découvrir les nombreux descendants de ces fossiles paléozoïques, il est invraisemblable qu'il n'existe pas en France des gisements aussi riches que ceux du Wurtemberg et de la Bavière ; il faut qu'ils soient signalés et fouillés.

M. A. Lacroix a l'honneur d'offrir à la Société la première partie du tome IV de sa « Minéralogie de la France et de ses colonies » (Béranger éditeur).

Ce volume est surtout consacré à l'étude des sulfates, des tungstates et des molybdates et parmi ces minéraux trois espèces ; le *gypse*, la *barytine* et la *célestite*, occupent une place prédominante. L'auteur s'est particulièrement attaché à rechercher tous les modes de gisement de ces minéraux et à préciser les formes cristallines qu'ils présentent dans chacun d'entre eux. Les géologues s'intéresseront, il l'espère, aux nombreuses indications qui concernent les formations sédimentaires. Il compte pouvoir déposer sur le bureau avant la fin de l'année la dernière partie de cet ouvrage qui l'occupe depuis vingt ans.

L. et J. Morellet. — *Découverte d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens de Chalons-sur-Vesles.*

Cette découverte porte à trois le nombre des Siphonées verticillées connues à cet étage. Cette Algue, assez voisine de *Dactylopora* LAMK., semble devoir être rangée, malgré sa calcification abondante, dans la famille des *Bornétellées* à cause de la dispo-

sition latérale de ses sporanges. Les auteurs se proposent de la décrire en détail prochainement dans un travail d'ensemble qu'ils préparent sur les Dasycladacées du Tertiaire parisien.

Léon Bertrand. — *Sur deux points de la géologie pyrénéenne : le Pech Saint-Sauveur et la fenêtre d'Arbas.*

N'ayant pas assisté à la séance du 27 juin dernier, je ne puis, dès maintenant, répondre comme je le voudrais aux critiques que M. Carez m'y a adressées et qui sont trop brièvement reproduites au *Compte rendu sommaire*. Je serai donc obligé de remettre leur discussion complète au moment où elles auront été intégralement publiées au *Bulletin*; toutefois il est deux points précisés dans le *Compte rendu sommaire* que je puis dès maintenant discuter.

C'est le cas pour la *structure du Pech Saint-Sauveur*, près de Foix. Je ne sais pourquoi M. Carez m'a attribué l'opinion que le pli du Saint-Sauveur est un *synclinal*, alors que je l'ai figuré comme un *repli anticlinal* d'un témoin d'une nappe charriée (pl. v, fig. 5 de mon mémoire). Cette structure anticlinale de la cluse de Foix saute aux yeux de l'observateur le moins géologue, et cet anticlinal de Foix a été figuré depuis longtemps par tous les géologues ariégeois. Il suffit d'ailleurs de se reporter à notre *Bulletin* ([4], VIII, p. 511-512) pour constater que, si j'y ai critiqué le choix du point de vue duquel a été prise une photographie de cet anticlinal publiée par M. Carez, je n'y ai jamais contesté l'existence de ce pli. Mais j'ai cru pouvoir conclure, de *l'étude générale du chaînon en question et de sa prolongation à l'Est de l'Ariège*, que cet anticlinal, qui présente des anomalies, déjà reconnues par l'abbé Pouech en 1882 et traduisant une poussée tangentielle très intense, n'est enraciné qu'en apparence par la plongée de ses couches de part et d'autre de son axe. Je crois qu'à une certaine profondeur, au-dessous du niveau de l'Ariège, on rencontrerait une surface de charriage plus ou moins ondulée, séparant la masse plissée en question (qui montre, plus à l'Est, plusieurs replis, alternativement anticlinaux et synclinaux, parallèles à celui-ci, mais obliques sur la direction générale du chaînon) d'un substratum formé de couches plus récentes et d'allure entièrement indépendante, qui manquent d'ailleurs totalement dans le chaînon en question. Si j'ai conclu à l'existence de ce charriage, c'est *d'abord*, parce que, *sur les deux bords de ce chaînon*, il existe des points où la superposition de la série secondaire inférieure plissée sur le Crétacé supérieur ou le Num-

multifique est indiscutable¹, et, *en second lieu*, parce que l'allure géométrique de la ligne de contact normal qui marque la séparation des deux séries indépendantes est exactement celle de l'intersection de la surface topographique par une surface évidemment ondulée, mais sensiblement horizontale dans son ensemble. A moins donc d'admettre que les failles verticales de M. Carez aient justement épousé toutes les sinuosités que les détails de l'érosion ultérieure détermineraient dans l'intersection d'une semblable surface, on est fondé à croire que c'est celle-ci qui représente vraiment la surface de séparation des deux séries de couches indépendantes. J'ai d'ailleurs déjà affirmé qu'en bien des points, les surfaces de contact verticales que figure M. Carez sont fortement inclinées sur cette direction ; d'autres effectivement très redressées, étant sensiblement parallèles aux couches qu'elles séparent, doivent être considérées comme le résultat de la déformation d'un plan de charriage devenu ondulé ou même fortement plissé.

Passant ensuite à la *fenêtre d'Arbas*, je ne puis que me réjouir de voir M. Carez, qui avait formellement décrit comme *primaires* les couches de cette fenêtre (*Géologie des Pyrénées françaises*, III, p. 1305), accepter sans aucune discussion l'âge *crétacé supérieur* que je leur ai attribué ; la question de savoir si les grès identiques à ceux des fenêtres d'Oust-Massat et de Rabat sont céno-maniens ou sénoniens, comme ceux de Celles, est ici secondaire. Il me semble autrement intéressant de rechercher la raison pour laquelle M. Carez, dont la compétence en terrains pyrénéens n'avait évidemment pu méconnaître cette identité, avait été amené à rejeter ces couches dans le Primaire, en les unissant aux gneiss et schistes anciens de Milhas. Cette raison me paraît être celle qui m'a fait admettre l'existence de la fenêtre d'Arbas ; ces couches, très froissées et entièrement indépendantes de leur ceinture de couches secondaires plus anciennes, forment le substratum de celle-ci. C'est ce que M. Carez avait traduit en écrivant que la zone occupée par ces dernières « est percée en son milieu par un bombement de terrains plus anciens, dont les affleurements sont surtout développés vers Milhas et Arbas » (*loc. cit.* ; p. 1798). Tandis que cette superposition ne peut être que tectonique pour la partie des terrains de cette boutonnière à rapporter au Crétacé, M. Carez l'avait alors considérée comme

1. Il est intéressant, à cet égard, de se reporter à la Réunion extraordinaire à Foix (1882) et de constater que les coupes 7 (pour le versant nord) et 20 bis et 21 (bord sud) sont très démonstratives à cet égard bien que leurs auteurs, MM. de Lacvivier et Hébert, aient naturellement figuré des failles.

normale et stratigraphique. Je suis donc étonné qu'il affirme maintenant que ce Crétacé, « loin de s'enfouir sous les terrains plus anciens, comme le croit M. Léon Bertrand, repose sur eux de la manière la plus indiscutable, en discordance très accentuée ». Le changement apporté dans l'âge attribué à ces couches ne peut avoir, en même temps, interverti leurs relations avec les couches avoisinantes.

M. L. Carez répond en ces termes :

Je ne crois pas utile de répéter actuellement ce que j'ai longuement exposé dans les quatre communications que j'ai faites à la Société depuis un an ; je déclare toutefois que je maintiens absolument tout ce que j'ai dit. Je répondrai seulement sur deux points.

En premier lieu, il est bien évident que si j'ai attribué à M. Léon Bertrand l'idée que le pech de Foix était un synclinal, et non un anticlinal, c'est que j'ai trouvé cette opinion exprimée dans son principal travail sur la tectonique pyrénéenne. Notre confrère vient de nous exposer que j'avais mal compris ce qu'il avait voulu dire et que telle n'avait jamais été sa manière de voir : les pechs de Foix et de Saint-Sauveur constituent bien un anticlinal pour lui comme pour moi. Je suis heureux de voir ainsi disparaître l'une des divergences que je croyais exister entre ses vues et les miennes.

En ce qui concerne la région d'Arbas, il est bien exact que j'avais rapporté au Primaire dans le troisième volume de ma *Géologie des Pyrénées françaises*, une partie des terrains secondaires des environs de ce village. Je m'étais alors laissé influencer par les listes de fossiles siluriens publiées autrefois par Bleicher ; mais depuis l'époque déjà éloignée (1903) où je réédigeais le texte de mon troisième volume, des faits nouveaux, notamment la découverte de Fucoïdes semblables à ceux du Crétacé supérieur de la région occidentale, m'ont amené à reconnaître que le Crétacé supérieur occupait une partie des environs d'Arbas. C'est la classification que j'ai adoptée dans mes communications du mois de juin dernier.

W. Kilian. — *Récurrences glaciaires dans la gorge de Fort-l'Écluse.*

L'auteur fait connaître que l'étude attentive de la gorge de Fort-l'Écluse, entre Genève et Bellegarde, lui a permis de reconnaître nettement les traces, dans ce défilé, de *plusieurs récurrences glaciaires* séparées par des dépôts d'alluvions interstadiaires

et correspondant à des ruptures de pentes du profil transversal, indiquant plusieurs cycles d'érosion successifs.

Il attire l'attention sur l'existence, sur la rive gauche du Rhône, en amont du pont de Collonges, d'alluvions anciennes *inclinaées vers l'amont* et qui sembleraient indiquer des mouvements récents du sol.

Ces alluvions font partie du complexe (interstadaire) des alluvions du Bois de la Bathie près Genève, qui pénètrent dans la gorge de Fort-l'Écluse et supportent des moraines plus récentes.

Ces alluvions sont dues à une phase de retrait (Laufenschwankung de MM. Penck et Brückner) notablement postérieure au maximum würmien ; elles sont certainement (et contrairement à ce qui a été dit jusqu'à présent) d'un âge plus récent que les alluvions sous-morainiques de Bellegarde et appartiennent à un système fluvio-glaciaire postwürmien déposé en contrebas du complexe de Bellegarde ; ce dernier, antérieur au dernier surcreusement de Fort-l'Écluse, serait de l'époque würmienne.

M. Kilian se propose de publier prochainement les documents qu'il a réunis sur le défilé de Fort-l'Écluse et qui complètent les intéressants travaux de MM. Schardt et Douxami. L'étude du passage du Rhône à travers le Jura lui semble particulièrement probante pour démontrer une fois de plus la pluralité des glaciations alpines admises par Penck et Brückner ainsi que l'existence, à côté de l'érosion glaciaire, de creusements antéglaciaires, interglaciaires et interstadaires importants.

W. Kilian. — *Les terrains néocrétacés de Scanie.*

L'auteur, qui a pris part aux séances et à plusieurs des excursions si bien préparées et organisées du Congrès géologique international de Stockholm, attire l'attention de ses confrères sur l'intérêt des courses que M. le Professeur Hennig a dirigées dans les terrains néocrétacés de Scanie et auxquelles il a eu la bonne fortune d'assister.

La *superposition des couches à Belemnitella mucronata sur les assises à Actinocamax mamillatus* mise en évidence par les travaux de M. Hennig, y a été pour la première fois nettement constatée dans une excursion publique de stratigraphes. Outre ce fait très important pour le parallélisme des zones du Crétacé supérieur, les excursionnistes ont pu récolter de nombreux fossiles (en particulier *Pachydiscus Stobæi*) dans la zone à *Act. mamillatus* à Ifö et à Ignaberga, et dans le Danien des environs de Malmö ils ont pu voir également les dépôts paléocènes (étudiés par MM. Grœnwall et von Kœnen) reposer transgressivement sur la Craie danienne à *Ananchytes*.

La grotte de Balsberg et les gisements de Kaolin d'Ifö ont été également visités.

W. Kilian. — *Les études glaciologiques dans les Alpes.*

M. Kilian a présenté, au nom de M. le Ministre de l'Agriculture, à la Commission internationale des glaciers, les résultats des études glaciologiques exécutées, sous les auspices de la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles, dans les Alpes par MM. Flusin, Ch. Jacob et Offner aidés de M. Raffin, recherches dont il a fait ressortir toute l'importance, la précision et exposé les méthodes.

M. Kilian a eu l'occasion de faire, à ce propos, l'historique des observations glaciologiques en France et de rappeler le rôle qu'ont eu dans les progrès de la connaissance de nos glaciers S. A. le prince Roland Bonaparte, puis pendant de longues années, sur l'initiative de MM. Kilian et Collet, et en y consacrant une part de son budget (de 1892 à 1903), la Société des Touristes du Dauphiné, enfin en dernier lieu et sous la direction de M. Dabat, le Ministère de l'Agriculture, grâce à l'appui duquel ont pu être exécutés et publiés les Mémoires et Cartes à grande échelle dont la Commission internationale des glaciers a hautement apprécié la valeur. Il a rendu également hommage à la Commission consultative d'Études scientifiques créée au Ministère de l'Agriculture ; à M. l'Ingénieur en Chef R. de la Brosse, directeur du Service de l'Étude des Grandes forces hydrauliques (Ministère de l'Agriculture) qui se sont efficacement intéressés à l'organisation des campagnes glaciologiques dans les Alpes dauphinoises, inaugurées par la Société des Touristes du Dauphiné, enfin aux divers observateurs (MM. Bernard, Mougin, Girardin, Douxami, Deschamp et David-Martin) qui ont, en dehors de MM. Flusin, Jacob et Offner, prêté leur concours pour diverses régions françaises au service glaciologique patronné par le Ministère de l'Agriculture.

J. Deprat. — *Observations sur la géologie du Nord-Annam.*

Je viens d'étudier la belle série d'échantillons et les mappes rapportées du Nord-Annam par les officiers du Service géographique. J'y ai reconnu une série identique à celle du Tonkin et la confirmation complète de mes observations antérieures¹ au sujet de l'âge des granites tonkinois et des formations cristallophylliennes. On peut dans cette partie de l'Indo-Chine (feuille de Pho-Bin-Gia), constater la présence de granites à biotite et

1. Sur les formations métamorphiques au Tonkin et sur la fréquence des types de laminage. *CR. Ac. Sc.*, 15 nov. 1909.

à muscovite, de gneiss et de micaschistes associés comme sur les feuilles de Son-La et de Yen-Bay, si consciencieusement levées par le capitaine Dussault, à une belle série de pyroxénites, amphibolites, cipolins, passant à des calcaires et à des schistes paléozoïques parfois métamorphiques (à *disthène* et *andalousite*). Sur le tout repose en discordance marquée une énorme série d'arkoses et de grès¹ supportant des schistes dans lesquels il a été recueilli des *Myophories* (*M. cf. elegans* DUNK.), lesdits schistes offrant un faciès yunnanais marqué. La série granitique et cristallophyllienne est donc incontestablement paléozoïque, comme M. Lantenois l'avait primitivement pensé. Ces observations ne font du reste que confirmer ce que l'on peut voir au Tonkin et la notion des granites d'âge secondaire doit être absolument éliminée.

Dans la région qui nous occupe, le Trias moyen à Myophories est surmonté de marnes bariolées identiques à celles que j'ai pu observer récemment dans le Trias supérieur yunnanais et qui appartiennent bien à cet étage, car j'ai trouvé dans les échantillons rapportés des fragments d'Ammonites appartenant aux genres *Paratibetites* et *Trachyceras*. Je compte du reste aller étudier moi-même ces formations en détail.

Au-dessous de la série précédente viennent des grès, quartzites, schistes gréseux, probablement rhétiens, accompagnés de coulées et de bancs intrusifs interstratifiés de microgranites et de rhyolites, ainsi que de gabbros et diabases intrusifs et de labradorites interstratifiées.

J. Deprat. — *Résumé des résultats de la mission géologique du Yunnan (1909-1910).*

Ce court résumé est destiné à donner à nos confrères de la Société un aperçu des résultats importants acquis au cours de l'exploration du Yunnan. Tandis que mon excellent collaborateur et ami M. Mansuy étudiait la ligne ferrée, j'ai conduit la Mission à travers tout le Yunnan oriental, multipliant les itinéraires. J'ai limité mes recherches aux frontières du Kwei-Tchéou et du Kwang-Si à l'E. Au N. j'ai découvert et exploré au delà de Yunnan-Sen, un important massif atteignant une altitude de 4 000 m., dans lequel le Haut Fleuve Bleu (Kin-Cha Kiang) s'est frayé une formidable vallée de plus de 3 000 m. de profondeur, entre Kei-Tou et Niéou-Chan-Ping. Les difficultés sont grandes

1. Formés par le remaniement du substratum cristallin

pour y circuler avec une caravane, les cols étant fréquemment à 3 200 et même 3 600 m. d'altitude.

La Mission a reconnu actuellement au Yunnan les étages suivants: I, *Cambrien* très puissant et fossilifère; II, *Ordovicien*; III, *Gothlandien* très réduit (zones de passage au Dévonien); IV, *Dévonien supérieur* bien développé; V, *Eifelien* et *Givétien* remarquablement riches en fossiles; VI, *Dévonien supérieur* avec une série d'horizons fossilifères très nets, très puissants; VII, *Carboniférien inférieur marin*; VIII, *Carboniférien moyen* à faciès gréseux passant dans sa partie supérieure à des couches marines se fondant (IX) avec l'*Ouralien* remarquablement riche en fossiles; X, l'*Artinskien* calcaire continue insensiblement l'*Ouralien*; il est également très fossilifère. Le reste du Permien est représenté par des grès gypsifères et salifères. XI, le *Trias inférieur* à faciès gréseux et marneux, lagunaire, contient des niveaux à plantes avec du charbon. XII, le *Trias moyen* et le *Trias supérieur* sont magnifiquement représentés. Les nombreux horizons reconnus dans chaque étage seront décrits en détail¹.

Le Trias occupe une bande qui, venant de la frontière nord occidentale du Tonkin avec une direction NE., passe à l'W. du Nam-Ti, puis s'étrangle entre des fractures dans la région de Mong-Tseu pour aller s'épanouir largement par Pong-Pou, Wou-Tseng, Tcheou-P'an et Kwang-Si-Tchéou vers le Kwei-Tchéou. Il est limité, de chaque côté, par des terrains primaires passant d'une part au Nam-Ti et plissés en se moulant sur le grand massif cristallin d'Ha-Giang (Tonkin); de l'autre s'étendant largement vers le NW.

Les plis dirigés franchement NE. dans la région triasique et d'âge himalayen sont orientés NNE. avec fréquente inflexion N. dans la partie située entre Mong-Tseu et Yunnan-Sen. Les refoulements sont accusés et les charriages, par exemple du Cambrien sur le Carboniférien supérieur, sont fréquents. Au N. de Yunnan-Sen et d'Y-Léang, les directrices des terrains paléozoïques s'infléchissent de plus en plus au NNE., puis à l'E. et dans la région du haut Fleuve Bleu une puissante nappe charriée tibétaine, prolongement S. des Alpes du Sse-Tchouen, formée de Cambrien, de Dinantien et de Carboniférien calcaire, moyen et supérieur, vient s'étaler sur ces plis en les couchant vers le SE. En somme le pays Lolo est poussé sur le Yunnan. Une analyse détaillée sera nécessaire pour exposer le mécanisme de cet ensemble de plissements qui atteint, aux abords des régions tibétaines, une ampleur extraordinaire.

1. Les fossiles très abondants seront décrits par M. Mansuy.

J'ai pu reconnaître un réseau important de fractures dont les principales ont une direction voisine de NS. J'ai pu suivre la plus importante, celle que jalonnent les grands lacs de fracture de T'cheng-Kiang et de Tang-Che; des environs de Tong'Hai jusqu'au Fleuve Bleu, soit sur une longueur de plus de 300 km.

Les roches éruptives sont largement représentées, surtout au N. de Yunnan-Sen, par d'énormes superpositions de coulées de labradorites avec tufs et cinérites, le tout d'âge permien, post-artinskien.

La Mission a pu également faire des études intéressantes sur les gisements miniers yunnanais et notamment sur les gîtes de charbon.

L^t Colonel Azéma. — *Note sur les grès à Sabalites de la Mayenne.*

Au cours de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, en 1909, les membres de la Société eurent l'occasion d'étudier dans la Mayenne, sous la savante direction de M. OEhlert, les sables et les grès (grès à *Sabalites andegavensis*) de l'Éocène.

La carrière de la croix de Beaulieu, située sur la route d'Evron à Hambers, non loin de la ferme Delterrie, présente une coupe complète de cet horizon. Les grès reposent sur des bancs granitiques et sont couronnés par la meulière lacustre.

D'après des études antérieures, ces grès étaient considérés comme étant constitués par des grains de quartz réunis par un ciment calcédonieux et titanozirconifère à la dose de 10 à 12 pour 100.

Il nous a paru intéressant de reprendre l'étude de ces grès, et les recherches faites au Laboratoire de Minéralogie du Muséum nous ont fourni des résultats qui s'écartent très sensiblement des données antérieures. Pour ce travail, M. OEhlert a bien voulu mettre à notre disposition les échantillons déjà étudiés.

L'examen pétrographique permet de reconnaître que ces grès sont constitués par des grains de quartz et de feldspath réunis par un ciment calcédonieux.

Les grains ont en moyenne un mm. de diamètre; leurs arêtes émoussées indiquent un charriage lointain. Les grains de feldspath, épars en faible proportion dans la masse, expliquent la présence des éléments: fer, alumine, chaux, magnésie, potasse et soude que décèle l'analyse. Quant au ciment, il renferme en très petite quantité les minéraux habituels des granites: zircon, rutile, tourmaline, apatite, etc. Nous avons pu isoler quelques-uns de

ces minéraux dont les cristaux mesurent environ 2 mm. de longueur. Ces cristaux, à arêtes émoussées, sont en nombre infime puisque la proportion du titane n'atteint pas 1 pour 100 et celle de la zircon 0,1 pour 100.

Les cristaux de zircon à axe vertical plus ou moins allongé, quelquefois riches en inclusions, présentent les formes habituelles mb^1 et h^1b^1 . Ceux du rutile, les formes $mh^1a^1e^1$ ². La tourmaline ne se remarque qu'en petits fragments.

En résumé, la constitution des sables et grès à Sabalites de la Mayenne résulte de la désagrégation de roches granitiques dont les éléments ont été charriés par des eaux courantes.

Analyse des grès à Sabalites de la Croix de Beaulieu.

ÉCHANTILLONS ¹ .	N° 1.	N° 2.
Acide phosphorique	traces	traces
Silice.....	94,15	92,75
Acide titanique.....	0,25	0,68
Sesquioxyde de fer.....	1,08	0,89
Alumine.....	1,77	2,13
Chaux.....	0,14	0,20
Magnésie.....	0,16	0,11
Zircone.....	0,04	0,08
Potasse et soude.....	0,18	"
Perte au fougé.....	1,99	2,67
Total.....	99,76	99,51

1. Il n'a pas été tenu compte des débris de tourmaline signalés dans les grès.

SUR LA CLASSIFICATION DES HIPPURITES

PAR **A. Toucas.**

Dans la séance du 18 mai 1908, à la suite d'une communication de M. Henri Douvillé sur le développement des Hippurites, j'ai présenté quelques observations au sujet des types primitifs des Hippurites, me réservant de revenir sur cette question après la publication du mémoire.

Aujourd'hui, M. H. Douvillé cite, d'après moi, comme types primitifs, les *Hippurites resectus* et *H. petrocoriensis*. Or, dans une note communiquée dans la séance du 15 juin 1908, j'ai fait observer que les deux types primitifs des Hippurites étaient l'*Hipp. primordialis* et l'*Hipp. præpetrocoriensis*, tous deux apparus simultanément dans l'Angoumien inférieur, tandis que les *Hipp. resectus* et *Hipp. petrocoriensis* sont des formes plus récentes de l'Angoumien supérieur, dérivées des deux formes primitives.

L'*Hipp. primordialis* est cette petite forme à pores linéaires que j'ai séparée de l'*Hipp. Requièni* MATHERON. Dans sa collection, Arnaud l'avait étiquetée sous le nom d'*Hipp. antiquus*, pour bien indiquer qu'il considérait cette petite forme comme la plus ancienne, l'ayant recueillie tout à fait à la base de l'Angoumien inférieur, dans sa zone F, niveau auquel je l'ai retrouvée moi-même en Provence et aux Corbières, tandis que l'*Hipp. Requièni* MATHERON est une forme beaucoup plus développée, occupant d'ailleurs dans la zone I le niveau le plus élevé de l'Angoumien supérieur.

Comme l'*Hipp. Requièni*, l'*Hipp. resectus* DEFRANCE est aussi une forme de l'Angoumien supérieur d'Uchaux. Sa valve supérieure est inconnue, mais M. H. Douvillé lui a rapporté une forme du même niveau, de Saint-Cirq (Dordogne), qui est pourvue de sa valve supérieure et que, de mon côté, j'ai fait figurer sous le nom d'*Hipp. Requièni*, var. *subpolygonia*, à cause de la forme particulière de ses pores.

Ainsi les deux types primitifs des Hippurites sont donc les *Hipp. primordialis* et *Hipp. præpetrocoriensis*, les deux seules formes que l'on trouve dans l'Angoumien inférieur, et non les *Hipp. resectus* et *Hipp. petrocoriensis* qui n'apparaissent que dans l'Angoumien supérieur, où elles sont associées à d'autres formes dérivées également de deux types primitifs. L'existence dans l'Angoumien de ces deux niveaux d'Hippurites a une importance tellement grande que, pour mieux les séparer, Arnaud avait cru devoir maintenir les deux étages de Coquand, l'Angoumien pour ses zones F et G, le Provençien pour ses zones H et I. Je n'ai pas cru devoir conserver ce dernier nom qui prêtait à confusion avec les niveaux plus élevés de la Provence, auxquels Coquand l'avait assimilé. Le nom d'Angoumien m'a paru suffisant pour distinguer le Turonien supérieur du Turonien inférieur, sans toutefois oublier que cet étage renferme deux niveaux d'Hippurites comme la plupart des autres étages de Coquand, notamment le Santonien et le Campanien.

Il résulte de ces considérations que, si les *Hipp. primordialis* et *Hipp. præpetrocoriensis* sont bien les deux types primitifs des Hippurites, on est forcé de conclure que ce sont là les deux formes qui ont servi de souche, la première aux Hippurites à pores linéaires et la deuxième aux Hippurites à pores réticulés, tandis que l'*Hipp. resectus* n'est qu'une mutation plus récente de l'*Hipp. primordialis*, dans laquelle les pores en s'arrondissant ont donné naissance aux formes à pores polygonaux qui dérivent ainsi des Hippurites à pores linéaires, tout en conservant sensiblement les mêmes caractères internes.

L'*Hipp. resectus* ne peut donc pas être considéré comme le type ancestral des Hippurites, comme l'a admis M. H. Douvillé. Cette forme n'est en réalité qu'une mutation tellement voisine de l'*Hipp. primordialis*, forme primitive des Hippurites à pores linéaires, que M. H. Douvillé a reconnu lui-même que ses affinités étaient plus grandes avec cette forme qu'avec les Hippurites à pores polygonaux.

L'origine des Hippurites étant ainsi établie d'après l'ordre d'apparition des types primitifs, il reste à savoir quelles sont les bases qui doivent servir à leur classification. Woodward a été le premier à distinguer deux grandes divisions dans les Hippurites. « L'existence, dit-il, du repli ligamentaire (arête cardinale) dans le genre Hippurites est accompagnée par un si grand déplacement de l'appareil cardinal qu'elle justifie la séparation en un sous-genre de ces espèces dans lesquelles le repli ligamentaire manque et l'appareil cardinal est placé sur le côté de la coquille

au lieu d'être disposé normalement au test. » En désignant ce sous-genre sous le nom d'*Orbignya*, Woodward a pris pour type l'*Hipp. bioculatus*, qui est précisément une forme à pores arrondis dérivée, comme l'*Hipp. resectus*, d'une forme plus ancienne à pores linéaires, l'*Hipp. præbioculatus*.

En 1887, Fischer, partant de ce principe, plaçait avec raison dans les *Orbignya* toutes les formes à arête cardinale non développée et créait le sous-genre *Vaccinites* pour les formes à repli ligamentaire développé, dans lesquelles l'appareil cardinal était placé presque normalement à la coquille, de sorte que, dans cette classification, les formes à pores linéaires correspondaient aux *Orbignya* et les formes à pores réticulés aux *Vaccinites*, les formes à pores polygonaux se trouvant réparties les unes dans les *Orbignya*, les autres dans les *Vaccinites*, suivant la forme de l'arête cardinale et la disposition de l'appareil cardinal. Cette classification, que j'ai adoptée dans mon mémoire, se trouve donc basée sur la forme des pores et sur les caractères internes.

De son côté, M. H. Douvillé a cru devoir former pour les Hippurites à pores polygonaux une section particulière, qu'il a désignée sous le nom d'*Hippuritella*, dont le type serait l'*Hipp. Maestri* et la forme primitive l'*Hipp. resectus*, qu'il considère en même temps comme le type ancestral de tous les Hippurites. Or je crois avoir suffisamment démontré que le type ancestral était l'*Hipp. primordialis*, dont les pores sont linéaires, tandis que l'*Hipp. resectus* n'en est qu'une mutation plus récente, à pores plus ouverts, servant de liaison entre les Hippurites à pores linéaires et les Hippurites à pores polygonaux. Il n'est donc pas possible d'admettre que les *Hippuritella* constituent le tronc principal ayant servi d'origine aux Hippurites.

Voyons maintenant quelle est la valeur de cette section au point de vue des pores et des caractères internes. La transformation des pores linéaires en pores polygonaux se fait de la même manière dans les *Orbignya* que dans les *Hippuritella* : ainsi le type des *Orbignya*, l'*Orb. bioculata*, a précisément les pores arrondis et n'est qu'une mutation plus récente de l'*Orb. præbioculata* dont les pores sont linéaires. N'est-ce pas là une modification analogue à celle que je viens de montrer entre l'*Hipp. resectus* et l'*Hipp. primordialis* ? Je pourrais citer d'autres exemples, notamment dans les groupes de l'*Orb. organisans* et de l'*Orb. Toucasi*, où l'on voit la même transformation des pores linéaires en pores polygonaux et cela quelquefois sur le même exemplaire.

Il en est de même pour les caractères internes ; ces caractères

sont presque identiques dans les deux sections et l'évolution se fait de la même manière par la régression de l'arête cardinale : ainsi dans l'*Hipp. Maestrei*, type des *Hippuritella*, l'appareil cardinal est disposé, comme dans les *Orbignya* types, tout à fait contre la paroi interne de la coquille, presque normalement à l'axe de l'arête cardinale qui, très peu saillante dans la forme ancienne, disparaît totalement dans la forme la plus récente, l'*Orb. Castroi*.

Ainsi il n'y a aucun caractère qui puisse distinguer les *Hippuritella* des *Orbignya* ; les formes à pores polygonaux se trouvent naturellement réparties dans la plupart des groupes des *Orbignya*. Je puis même ajouter que les mêmes pores se montrent dans le groupe de l'*Hipp. sulcatus*, dont fait partie l'*Hipp. cornuvaccinum*, type des *Vaccinites*, de sorte que la section *Hippuritella* comprendrait en réalité des formes appartenant soit aux *Orbignya*, soit aux *Vaccinites* et, en réunissant ces formes dans une même section, on constituerait un groupe qui serait loin d'être homogène. Je continue donc à croire que c'est la répartition en ces deux grandes divisions, *Orbignya* et *Vaccinites*, qui me paraît le mieux convenir à la classification des Hippurites, tout en distinguant dans les deux sections les divers groupes que j'ai établis d'après l'ensemble de leurs caractères. Il est certain que l'on pourrait, tout aussi bien que dans les Radiolitidés, établir des sections pour quelques-uns de ces groupes, notamment pour le groupe de l'*Orb. canaliculata*, dans lequel l'arête cardinale se développe de plus en plus au lieu de diminuer jusqu'au point de disparaître, comme dans les *Orbignya* types. Il en est de même pour le groupe de l'*Orb. Toucasi*, où la cavité accessoire antérieure, presque nulle dans les autres *Orbignya*, est devenue ici assez grande pour relever l'appareil cardinal et l'éloigner de la paroi interne de la coquille, sans toutefois atteindre l'inclinaison qu'il a dans les *Vaccinites*. Mais ces nouvelles sections ne feraient que compliquer inutilement la classification sans aucun profit au point de vue stratigraphique.

Avant de terminer cette note, je tiens à répondre à l'objection présentée par M. H. Douvillé au sujet de l'absence de formes à pores linéaires dans la Province orientale. C'est là un fait qui est loin d'être prouvé, car bien que cette région ne soit encore qu'imparfaitement connue, on ne doit pas ignorer que l'*Orb. tirolica* de Gosau fait partie du groupe de l'*Orb. organisans*, dont les pores sont linéaires. D'autre part, j'ai signalé dernièrement, parmi les Rudistes de la Serbie, une forme qui ne peut être que l'*Orb. bioculata*.

Quant à l'origine commune de tous les Hippurites, bien qu'au pont de vue stratigraphique, nous n'ayons encore aucune donnée précise, les deux formes primitives des *Orbignya* et des *Vaccinities* ayant fait leur apparition simultanément dans l'Angoumien inférieur, il est fort probable que c'est la petite forme à pores linéaires, l'*Hipp. primordialis*, qui doit être le type ancestral commun, ses caractères internes se retrouvant dans les jeunes *Vaccinities*.

En ce qui concerne les Radiolitidés, il me suffira de rappeler que, dans la troisième partie de mon mémoire (*Sauvagesia* et *Biradiolites*), j'ai mis ma classification en concordance avec celle de M. H. Douvillé afin de faciliter les recherches. Toutefois j'ai une petite observation à faire au sujet du *Durania Arnaudi*, que M. H. Douvillé considère, à tort, comme une simple variété du *Durania cornupastoris*. La première de ces formes est moins évoluée et appartient au Turonien inférieur ou Ligétien, tandis que la deuxième en est une mutation à interbande beaucoup plus large et n'apparaissant que dans l'Angoumien en même temps que les Hippurites. Ainsi s'explique la présence seule du *Durania Arnaudi* dans le Turonien du Portugal, où l'on n'a trouvé aucune forme de l'Angoumien. En France, j'ai signalé cette espèce dans le Ligérien de la Provence et de l'Anjou ; elle paraît exister au même niveau en Tunisie.

Au sujet de la classification des Hippurites, M. Henri Douvillé répond qu'il lui semble toujours préférable de maintenir la division en trois groupes caractérisés par les pores polygonaux (*Hippuritella*), réticulés (*Vaccinities*), ou linéaires (*Orbignya*) ; ces trois groupes présentant entre eux des passages incontestables, aussi bien d'après les caractères des pores que d'après les caractères internes. Ces passages s'expliquent du reste aussi bien en admettant comme forme primitive les *Hippuritella* ou les *Orbignya*. C'est par suite d'un lapsus qu'il a indiqué que M. Toucas admettait comme formes primitives les *Hipp. Requièni* et *H. petrocoriensis*, c'est *H. præpetrocoriensis* qu'il aurait dû dire ; ces deux formes figurent bien en effet au commencement du mémoire de notre confrère, et c'est plus tard qu'il a substitué *H. primordialis* à la première de ces espèces. Mais ces formes ne sont que les plus anciennes que nous connaissons, et elles sont déjà si évoluées qu'il semble impossible de les considérer comme réellement primitives. C'est dans le Turonien inférieur et moyen qu'il faudrait les rechercher, et à ce niveau nous ne connaissons pas encore de faune de Rudistes.

C'est seulement quand nous aurons découvert ces précurseurs qu'il sera possible de savoir si les *Orbignya* dérivent des *Hippuritella*, ou si c'est l'inverse qui est la réalité. Jusque-là M. Douvillé persiste à penser que les *Hippuritella* sont moins spécialisés que les formes à pores linéaires, et qu'il est, en outre, plus facile d'en faire dériver les *Vaccinites*.

LA CRAIE DE BLOIS ET LE NIVEAU A UINTACRINUS

PAR **Marius Fillozat.**

Dans son important mémoire sur la Craie supérieure, notre savant confrère, M. A. de Grossouvre, donne un tableau très détaillé des zones à faunes d'Ammonites qui constituent le sommet de la carrière de la Ribochère, près Villedieu.

M. de Grossouvre distingue, reposant sur le calcaire spathique, les différentes zones ci-après :

ZONE E. — Craie noduleuse, à texture gréseuse, avec quelques silex à *Spondylus truncatus*, *Lima marticensis*, *Vulsella turonensis*, *Platoniceras syrtale*, *Baculites incurvatus*, etc.

ZONE D. — Craie tendre, glauconieuse, à *Ostrea spinosa*, *O. santonensis*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratulina echinulata*, etc.

ZONE C. — Lit de *Micraster* (*M. turonensis*, *M. intermedius*, *M. carentonensis*).

ZONE B. — Banc d'Ostracées avec Ammonites à la base, renfermant *Ostrea proboscidea*, *O. plicifera*, *Mortoniceras Bourgeoisii*, *M. Emscheri*, *M. Bontanti*.

Ce sont ces zones qui correspondent à mon assise à *Onychocella nereii*, *Rhagasostoma ægon*.

J'ai montré que cette formation était surmontée, dans les vallées du Loir et de la Loire¹, par l'assise à *Onychocella cypræa*, *Marsupites testudinarius*, qui, à Vendôme, débute par une craie sableuse, jaunâtre, à *Rhagasostoma parvicella*, *Melicertites* sp., que recouvre un banc également sableux renfermant assez abon-

1. M. FILLOZAT. Bryozoaires crétacés de Vendôme. B. S. G. F., (4), VII, 1907, p. 391. La craie de Blois. CR. Ac. Sc., CL, p. 1274.

damment *Rosseliana crassa*, *Floridina Cottreai*, *Smittipora oculata*, *Coscinopleura vindocinensis*¹.

Mais si à Vendôme et à Châteaurenault, jusqu'où se poursuit ce faciès particulier, la nature détritique des sédiments indique une formation néritique, plus au Sud et à l'Est, sur le bord de la Loire, les couches offrent, au contraire, un caractère franchement bathyal.

La roche, d'un blanc grisâtre, un peu marneuse, empâtant de nombreux silex spongiformes, est, en effet, beaucoup plus fine. Cette craie, sur laquelle, à Blois, coule la Loire, se montre à plusieurs endroits, sur le flanc des coteaux boisés qui bordent ce fleuve. On la retrouve un peu plus loin à Chaumont, sur la route de Rilly.

C'est elle qui porte le bois de la Hardonnière, à Rilly, et qui, sur la route de Pont-Levoy, à deux kilomètres de Vallières-les-Grandes, constitue les anciennes marnières de Monboury.

En se rapprochant de la Loire, on la voit encore dans le bourg de Mosnes, former, derrière les maisons, des escarpements de 10 à 12 m. de haut dans lesquels sont creusées de nombreuses caves.

Il est tout particulièrement intéressant de retrouver, dans cette craie à faciès bathyal de la vallée de la Loire, associées à la plupart des espèces de la craie néritique de Vendôme et Châteaurenault, les espèces les plus typiques de la craie blanche à *Marsupites* et plus spécialement du niveau à *Uintacrinus*, que j'ai récemment découvert dans la vallée de l'Eure².

Parmi ces espèces du bassin anglo-parisien, je citerai : *Rhagasostoma rimosa* MARS., *Onychocella disparilis* D'ORB., *Crassimarginatella* n. sp., *Lituola nautiloides* DEFR., *Stauranderaster ocellatus* FORB.

Ainsi, l'assise à *Onychocella cypræa*, qui renferme *Spondylus spinosus*, représente en Touraine la base de la craie à *Marsupites* du bassin anglo-parisien.

D'autre part, cette assise à *Onychocella cypræa*, reposant sur l'assise à *Onychocella nereii*, dans laquelle *Spondylus truncatus* est généralement abondant à la partie supérieure, je suis encore amené à conclure que la craie à *Spondylus spinosus* de Vendôme et de Blois n'est pas, comme on a cru le voir, un faciès latéral de la partie supérieure de la craie de Villedieu, mais qu'elle constitue une assise bien distincte, supérieure à la craie à *Spondylus truncatus* de Villedieu.

1. A la partie supérieure, l'on distingue encore un calcaire blanchâtre, un peu pulvérulent, renfermant des spicules de Spongiaires et des Bryozoaires silicifiés. L'état de ces derniers indique évidemment qu'il s'agit là d'un phénomène purement local.

2. M. FILLIOZAT. Découverte en France du niveau à *Uintacrinus*. AFAS. Toulouse, 1910. Rés. d. Trav., pp. 107 et 119.

UN VIRGATITES DU CAUCASE OCCIDENTAL ;
ORIGINE MÉDITERRANÉENNE DE CE GENRE ;
ATAXIOCERAS, PSEUDOVIRGATITES ET VIRGATOSPHINCTES.

PAR **Robert Douvillé.**

Virgatites Panderi EICHW. — Les collections de Paléontologie de l'École nationale des Mines possèdent un bel exemplaire de *Virgatites Panderi* EICHW. rapporté autrefois du Caucase occidental (district de Maïkop) par le baron de Baye.

On sait que la diagnose originale de cette espèce a été donnée dans d'Eichwald (*Lethæa rossica*, p. 1085-1088), en 1865. L'auteur ne donne pas de figure d'ensemble de l'espèce, mais renvoie aux figures suivantes : Eichwald, *Die Urwelt Russlands* (1840), I, IV, 7 ; Fischer de Waldheim, *Oryctographie du Gouvernement de Moscou* (1830), VIII, 2 ; d'Orbigny, *Syst. Jurass. (Et. Oxfordien)* ; *Mollusques in Murchison, Verneuil et Keyserling, Géologie de la Russie d'Europe...* (1845), XXXIII, 1-5. La première figure en date est informe et doit par conséquent être rejetée ; la seconde correspond à un échantillon de petite taille, probablement un jeune, elle est insuffisante pour donner une idée précise de l'espèce. Celle du mémoire de d'Orbigny représente par contre un adulte d'une façon excellente et doit par conséquent être considérée comme la figure type, puisque c'est la première en date qui fixe clairement l'espèce. Elle illustre donc la diagnose type de d'Eichwald, diagnose qui est très claire et à laquelle il n'y a presque rien à ajouter. En voici les principaux passages :

« Le test, légèrement comprimé dans son ensemble, est formé de tours déprimés et garnis transversalement de 22 à 38 côtes peu élevées, qui partent du bord ombilical, se dirigent un peu obliquement en avant et se bifurquent vers la moitié de la largeur des côtés ; elles se dirigent alors sans s'interrompre sur le dos, pour aller se terminer aux côtes du côté opposé ; le dos est arrondi et élargi ; la convexité commence déjà sur la moitié de la largeur des côtés ; l'ouverture est en croissant, plus large que haute, et fortement échancrée par le retour de la spire. . . . La coquille, de grandeur très variable, est caractérisée par ses tours déprimés, par ses côtes bifurquées sur le milieu des flancs et par de rares côtes simples, intercalées entre les côtes bifurquées, par deux ou trois arrêts d'accroissement en étranglements sur les tours, par son ombilic très large et très ouvert. Les tours suivants recouvrent

les précédents jusqu'à la bifurcation des côtes, en sorte que l'ombilic ne montre que des côtes simples. Les côtes sont légèrement infléchies en avant ; les premiers tours, même les plus petits, sont déjà pourvus de côtes bifurquées et les derniers, surtout sur les plus grands indi-

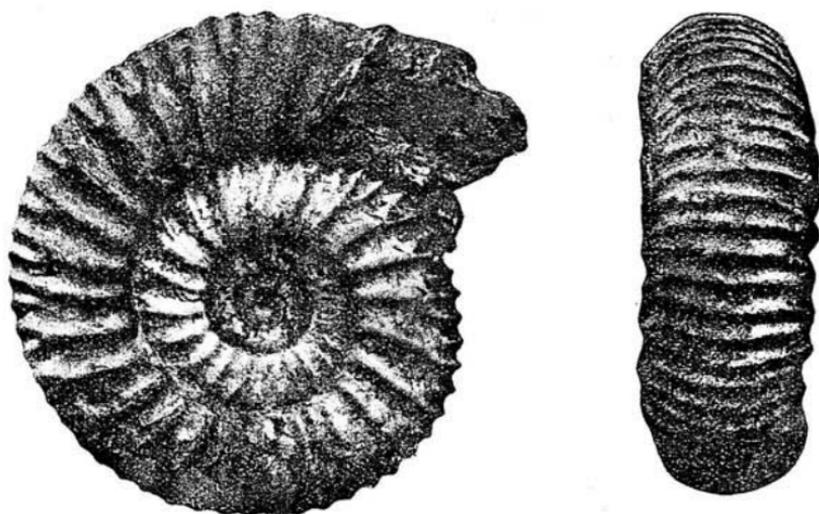


FIG. 1 — *Virgatites Panderi* d'Eichw. rapporté par le baron de Baye des environs de Maikop (Caucase occidental); grandeur naturelle.

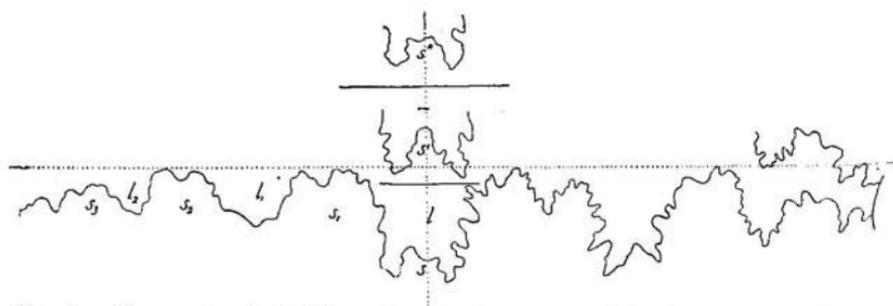


FIG. 2 — Ligne suturale du *Virgatites Panderi* rapporté du Caucase par le baron de Baye ; *s'* est la selle externe située juste en avant de la cloison dessinée complètement ; *s''*, la selle externe de la 3^e cloison située en avant de la même cloison complète. Le côté gauche de l'échantillon est un peu plus usé que le côté droit, c'est ce qui entraîne l'asymétrie de la cloison à partir de *s* comprise ; au contraire *s'* est à peu près normale tandis que *s''* est de nouveau un peu usée. On remarquera le caractère inverse de la cloison, les selles et lobes descendant très peu vers l'ombilic. Grossissement = 2.7.

vidus, présentent des côtes accessoires incomplètes, situées entre les bifurquées. L'ouverture est constamment plus large que haute, même dans les individus les plus jeunes ; elle est légèrement échancrée, car les tours ne sont pas très embrassants... »

Cette diagnose type de l'espèce *Panderi* peut être considérée comme une description excellente de l'Ammonite rapportée par le baron de Baye. Nous ajouterons seulement que la cloison (fig. 2) est une cloison typique de *Virgatites* rappelant tout à fait la cloison schématisée et simplifiée dans ses détails, de d'Orbigny. C'est une cloison de *Perisphinctes* devenue *inverse*, c'est-à-dire montant vers l'ombilic ; les divers éléments (selles et lobes) tendant à se placer perpendiculairement au rayon. Cependant la section de cette Ammonite est très basse et l'aspect général est tout à fait périsphinctoïde (fig. 1). Ici le caractère de cloison inversée n'est sûrement pas en relation avec la forme de la section, qui est très basse. Il s'agit vraisemblablement d'un cas d'hérédité de caractère acquis. Les premiers *Virgatites* furent au début des *Perisphinctes* à section très élevée (genre *Ataxioceras* FORT.). La hauteur de la section a été cause de l'apparition du caractère de cloison inverse. Ces deux caractères voisinent chez le type du genre le *Virg. virgatus*, dont toute l'évolution est dilatée. On distingue donc dans cette espèce, comme l'a particulièrement bien figuré Michalski¹, un stade virgatique normal, puis un stade de vieillesse où le caractère de division virgatique des côtes disparaît presque entièrement et ne se manifeste plus que par de rares trifurcations remplaçant les bifurcations normales à ce stade. Le stade virgatique est plus ou moins longtemps réalisé dans les divers groupes de *Virgatites*, autrement dit le stade de vieillesse du type du genre apparaît plus ou moins tôt. Dans le groupe du *V. Panderi*, le stade virgatique a complètement disparu. L'Ammonite reprend alors la forme périsphinctoïde caractéristique de ses ancêtres éloignés. Du reste, cette étape de régression s'est certainement faite brusquement et sans que l'Ammonite ait repassé par les stades parcourus à l'aller pour acquérir la forme typique du genre, stades qui correspondent probablement, comme nous le verrons plus loin, aux différentes espèces du genre *Ataxioceras*.

Virg. Panderi est, par sa sculpture, un véritable *Perisphinctes*. La trifurcation des côtes, toujours assez rare (une seule est visible sur l'échantillon du Caucase), se rencontre assez souvent sur les *Perisphinctes* du Lusitanien (voir notamment à ce sujet les nombreuses figures données par Choffat² sur lesquelles

1. A. MICHALSKI. Die Ammoniten der unteren Wolga-Stufe. *Mém. du Comité géologique* [russe], vol. VIII, n° 2, 330 p. de texte russe et 13 pl., 1890, et Résumé en allemand, *ibid.*, vol. VIII, n° 2, 63 p., 1894.

2. CHOFFAT. Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras, 82 p., 20 pl., Lisbonne, 1893.

notre confrère, M. Collet, a bien voulu attirer notre attention). Seul, le caractère de la cloison inverse indique qu'on est bien en présence d'une forme apparentée aux *Virgatites*. C'est le seul qui se soit transmis, cas paléontologique bien net d'hérédité de caractère acquis.

ORIGINE DES VIRGATITES. — Cette Ammonite porte une étiquette manuscrite ainsi libellée : « Province de Kouban, district de Maikop. La montagne Atchechebock se trouve à quarante verstes du village Psebaï ». Je n'ai point su trouver sur les différentes cartes que j'ai pu consulter la position exacte de ce dernier village, mais l'indication « district de Maikop » permet déjà de tirer quelques conclusions de la présence en ce point d'un *Virgatites*.

On sait, en effet, que la faune portlandienne de la région caucasienne est caractérisée par un curieux mélange d'éléments méditerranéens : *Perisph. geron* et *Phylloceras tortisulcatum*, cités par Uhlig¹, des bords du fleuve Tuapse, sur le versant méridional du Caucase, et d'éléments de faciès russe : *Virgatites dorsoplanus*, signalé par Carl Renz², à Gunil (Daghestan); *Aucella Sjogreni*, par Uhlig¹ dans le Caucase central; *Aucella Pallasi* et *volgensis* par Semenow³, dans la presqu'île de Mangyschlak. S'agit-il de Céphalopodes d'origine boréale immigrés par hasard dans les régions méditerranéennes? Cela n'est pas probable, comme le fait remarquer M. Haug dans son récent *Traité de Géologie*, puisque les faciès à *Virgatites* sont jusqu'ici inconnus dans le bassin de la Petchora. D'ailleurs, on rencontre dans les gisements jurassiques supérieurs de faciès méridional toute une série de formes qui, très vraisemblablement, sont les ancêtres directs des *Virgatites*, genre auquel il faut attribuer par conséquent une origine essentiellement méditerranéenne. Ces formes sont des *Perisphinctes* à section élevée et à côtes polyfurquées, les « *Polyploci* » (auct.) ou groupe de l'*Amm. polyplocus*.

L'élévation de la section du tour est très généralement accompagnée chez les *Perisphinctes* d'une extension de la ligne suturale en largeur, comme le montrent les dessins excellents donnés

1. NEUMAYR et UHLIG. Ueber die von H. Abich in Kaukasus gesammelten Jura-fossilien. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch.*, LXIX, p. 1-122, pl. I-VI, Wien, 1892.

2. CARL RENZ. Der Jura von Daghestan. *Neues Jahrb. f. Miner.*, t. II, p. 71-85, 1904.

3. SEMENOW. Faune des dépôts jurassiques de Mangytschlak et de Toura Kyr. *Travaux Soc. Nat. Saint-Petersb.*, Géol., Minér., XXIV, p. 29-140, pl. I-III, 1896.

par Siemiradzki¹, mais tandis que le mode de costulation normal dans le groupe : côtes rectilignes et bifurquées, se maintient dans le groupe de *Per. Schilli* ; dans celui de *Per. polyplocus* au contraire, les côtes deviennent flexueuses et polyfurquées.

Ce groupe de *Perisphinctes* à section élevée, à cloison proportionnellement distendue, à côtes polyfurquées, est représenté, dans le Jurassique supérieur, par les formes suivantes :

Zone à *Per. Achilles* (Séquanien) : *Ataxioceras*² *polyplocum* REINECKE (d'après Haug, *Traité...*, p. 1049).

Zone à *Pictonia Orbigny* et à *Aulacostephanus pseudomutabilis* (Kiméridgien) : *Atax. hypselocyclus* FONT., *Lothari* OPP., *effrenatus*, *inconditus* FONT.

Zone à *Aulacost. pseudomutabilis* (Kiméridgien supér.) : *Perisph. cf. polyplocus* in Pavlow, Couches à *Asp. acanthicum*, VII, 1, et *P. lictor*, *ibid.*, VII, 2.

Zone à *Perisph. contiguus* (Portlandien infér.) : *Per. capillaceus* FONT.

Zone à *Berriasella. Calisto* (Portlandien supér.) : *Per. seorsus*, *scruposus* ZITTEL.

1. SIEMIRADZKI. Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*. *Palæontographica*, (3^e), XLV, p. 69-360, pl. xx-xxxvii, 1899.

2. Le terme *Ataxioceras* a été imprimé pour la première fois dans l'explication de la planche x (fig. 1-4) de la « Description des Ammonites des Calcaires du château de Crussol (Ardèche) », par Fontannes, où il est intercalé entre parenthèses entre *Perisphinctes* et *hypselocyclus*. Cette espèce est donc le type du genre *Ataxioceras* FONTANNES, 1879.

Cet auteur n'en donne du reste aucune diagnose *explicite* dans le texte de cet ouvrage, mais la même année (1879), en le présentant à la Société géologique de France (*Bull. Soc. géol. Fr.*, (3^e), VIII, p. 318), il le définit assez clairement : [L'auteur] « croit qu'il serait convenable de distinguer plus nettement qu'on ne l'a fait jusqu'ici le groupe des *Perisphinctes Lothari*, *polyplocoides*, *inconditus*, etc., de celui de *Perisphinctes plicatilis* ; il propose le nom d'*Ataxioceras* pour la première de ces sections, caractérisée par l'allure particulière de la costulation, et plus encore par la disposition des cloisons et principalement des lobes auxiliaires ». Il ne parle plus de l'espèce *hypselocyclus*, mais il est certain qu'il a en vue, en créant ce nouveau nom de genre, tout ce qu'il a appelé « Groupe des *Per. polyplocus* » (*Descr. des Amm. du Calc. du château du Crussol*, p. 65-71), c'est-à-dire les *Perisphinctes polyplocoides*, *hypselocyclus* FONT., *Lothari* OPP., *effrenatus*, *inconditus* FONT., *halnearius* LOR. Ce groupe d'espèces paraît bien homogène, sauf pour la dernière qui, en raison de sa section peu élevée et de la bifurcation régulière de ses côtes, ne paraît pas être un *Ataxioceras*. On voit en tout cas que le genre est très bien fixé et correspond à un groupe des plus naturels où nous ferions volontiers rentrer *Perisphinctes seorsus* et *scruposus* du Portlandien. Le genre *Pseudovirgatiles* VETTERS 1905, tomberait alors en synonymie devant *Ataxioceras* FONTANNES 1879. Si on voulait le conserver, il faudrait le réserver aux formes du Tithonique supérieur (zone à *Berriasella Calisto*) et le considérer comme le descendant direct d'*Ataxioceras*. L'utilité de ce genre *Pseudovirgatiles* nous paraît au moins douteuse, mais nous nous plaignons à remarquer que M. Velters a l'un des premiers contribué à mettre en lumière le polyphylétisme des *Holcostephanidés*, en insistant sur les rapports étroits qui existent entre *Virgatiles* et *Perisphinctes*.

Nous ferons remarquer que ces deux dernières Ammonites possèdent une véritable ornementation virgatique, et la cloison de l'*A. seorsus*, figurée par Zittel (Cephalopoden der Strambergerschichten, 1868, pl. 24, fig. 1), est nettement inverse. Celle de l'*A. scruposus*, figurée en partie par Veters (Die Tithonklippen von Niederfallabrunn, *Beiträge...*, 1905) l'est également.

Le groupe de *Per. contiguus* présente également une polyfuration virgatique des côtes, mais moins accentuée que dans les groupes précédents. Ce caractère est bien net sur les figures de *Perisph. cf. simoceroides* FONT. (in Pavlow, Couches à *A. acanth.*, VII, 4, avec cloison inverse assez nette), *Per. contiguus* CAT. et *pouzinensis* TOUC. (in Toucas, Ét. de la faune des couches tithon. de l'Ardèche. *B. S. G. F.*, (3), XVII, 1890, pl. XVI), *Per. Kokeni* BEIHRENDSEN (Z. Geol. des Ostabhanges d. argent. Cordill. *Z. d. d. G.*, XLIV, 1891, pl. XXIV, fig. 1-2), *Per. colubrinus* REIN. (in Kilian, Miss. d'Andalousie, XXIX, 1-2), *Per. rotundus* SOW. (in de Loriol, Portlandien de l'Yonne, 1868 (2^e) t. I, pl. II, fig. 1).

Il y a là tout un petit groupe de formes d'aspect général bien péréosphinctoïde, mais avec des côtes de temps en temps trifurquées et des cloisons paraissant généralement inverses, qui pourraient bien avoir les mêmes relations avec les *Ataxioceras* du bassin méditerranéen, que le groupe de *Virg. Panderi* avec celui du *Virg. virgatus*.

CONCLUSIONS

Les *Ataxioceras* ont donné naissance par descendance directe aux *Virgatites* russes. Les *Ataxioceras* émigrés vers le Nord, peut-être au Kiméridgien supérieur (*Per. lictor* FONT. in Pavlow, Couches à *Asp. acanth.*, VII, 2), ne rencontrant plus là la concurrence des autres grands groupes de formes essentiellement méditerranéennes comme les *Streblites*, les *Spiticeras*, les *Perisphinctes* du groupe *Richteri*, *Lorioli*, *geron*, ont pris vite une importance qu'ils ne possédaient pas dans les régions plus méridionales et sont bientôt devenus les éléments prédominants de la faune sous forme de *Virgatites*, plus ou moins péréosphinctoïdes par suite d'un retour plus ou moins rapide à la forme ancestrale, comme nous l'avons fait remarquer à propos du groupe *Panderi*.

POLYPHYLÉTISME DE LA « FAMILLE » DES HOLCOSTÉPHANIDÉS *auctorum*

M. Kilian a depuis longtemps fait remarquer que cette famille (formée de genres ou genre formé de sous-genres, ce qui revient

Premier phylum de la famille (?) des Holcostéphanidés.		Deuxième phylum de la même famille qui est donc (comme l'a indiqué M. Kilian) essentiellement « fagot ».	
BASSIN ANGLO-PARISIEN ET RUSSIE		BASSIN MÉDITERRANÉEN (EUROPE ET HIMALAYA)	RUSSIE
PORT- LANDIEN.	SUP. <i>Craspedites.</i> (formes très communes).	<i>Pseudovirgatites</i> (Gr. <i>scruposus</i>) (formes assez rares).	
	INF. ?		<i>Virgatites</i> (formes très communes et formant le fond de la faune. Rameau latéral des <i>Ataxioceras</i> .)
KIMÉRIDGIEN	[formes très rares].	<i>Ataxioceras.</i> (Groupe <i>hypslocyclus</i> , <i>Lothari</i> , etc.). (formes bien développées mais ne formant pas le fond de la faune).	
KIMÉRIDGIEN INF.			
SÉQUANIEN			
OXFORDIEN	<i>Propl. mutabilis</i> (Colombey).		
	<i>Propl. mutabilis</i> (Chatelaillon, Le Havre).	<i>Perisph. polyplocus.</i>	
CALLOVIEN	<i>Proplanulites Kænighi</i> <i>Propl. præmutabilis</i> (forme très commune). [forme très rare].		

Nota. — Ces rameaux phylogénétiques ne prennent leur maximum d'épanouissement qu'en de rares périodes, souvent très distantes : Callovien, Portlandien. Entre ces périodes ils ne sont représentés que par des formes très rares, qui ont souvent échappé à l'étude et qui sont comme noyées au milieu d'une faune abondante. D'où la difficulté de mettre en évidence ces rameaux et le peu de valeur de la méthode qui voit l'origine des groupes dans les régions où ils sont le plus abondamment représentés.

évidemment au même) était hétérogène et que ses différents membres provenaient vraisemblablement de groupes divers de *Perisphinctes* jurassiques.

Nous indiquons dans le tableau de la page 736 une filiation possible de deux des principaux genres d'Holcostéphanidés : *Craspedites* et *Virgatites*, dérivant tous deux des *Perisphinctes* indifférenciés du Méso-Jurassique par acquisition d'une ligne suturale inverse et d'une ornementation spéciale.

On nous objectera, dans ce tableau, la descendance que nous voulons voir entre les *Proplanulites* du Kiméridgien inférieur et les *Craspedites* du Portlandien supérieur. Nous avons été nous-mêmes les premiers frappés de cette lacune mais nous ferons remarquer que les formes de passage sont souvent extrêmement rares. Nous ne connaissons que trois échantillons de *Proplanulites* kiméridgiens : les faunes de cet étage sont en général très pauvres dans le bassin anglo-parisien, le Portlandien inférieur est souvent à l'état saumâtre et ce n'est qu'à Speeton qu'on connaît des *Craspedites* dans cette région.

Les *Proplanulites* étant du reste une des formes calloviennes les plus répandues, il est très possible que le passage *Proplanulites-Craspedites* se soit effectué ailleurs que dans le bassin anglo-parisien, par exemple dans le centre de l'Europe.

Pour ce qui est des *Virgatites* nous ferons remarquer qu'une origine méditerranéenne cadre mieux avec leur grande répartition dans le Portlandien des régions andines (Rio Neuquen, Mazapil) qu'une origine plus ou moins boréale, la Méditerranée ayant sûrement été à toutes les époques un chemin d'élection pour les migrations des faunes.

Mais les *Virgatites* mexicains et argentins sont-ils bien des *Virgatites*? Dacqué¹ le nie. Pour répondre à cette question il est nécessaire d'examiner un instant le genre *Virgatosphinctes* ULLIG *in litteris*, terme employé cette année par deux auteurs, à notre connaissance, Dacqué (*loc. cit.*) et Marthe Furlani².

Ce terme n'a pas encore été défini par l'auteur, mais dans le fascicule 2 du volume IV de « The fauna of the Spiti shales » (Sér. XV, Himalayan Fossils, 1910), fascicule comprenant les pages 133-306, la dernière planche [xci] possède comme figure 1 celle de *Perisphinctes* (*Virgatosphinctes*) *Broilii* n. sp. (dont la

1. E. DACQUÉ. Dogger und Malm aus Ostafrika. *Beitraege z. Pal. u. Geol. Oesterr. Ung.*, Bd. XXXIII, p. 12, 1910.

2. MARTHE FURLANI. Die Lemes-Schichten. Ein Beitrag z. Kenntniss der Juraformation in Mitteldalmatien *Jahrb. d. k. k. geol. Reichs. Anst.* 1910, Bd. 60, 1 heft, p. 73.

diagnose est indiquée dans l'explication de cette planche xci comme devant se trouver page 337, donc dans le fascicule suivant, encore à paraître). Cette espèce parfaitement figurée et accompagnée d'un dessin de cloison bien net, doit être considérée comme l'espèce type du genre *Virgatosphinctes*.

Le terme ayant été employé la même année par les deux auteurs précités, il ne peut donc y avoir ambiguïté sur la « date de naissance » de ce genre.

Cette espèce *Broilii* est, jusqu'au dernier tour et par ses caractères d'enroulement et de costulation, du groupe *contiguus* (voir notamment *Per. cf. simoceroides* FONT. in Pavlow, Couches à *Asp. acanthicum*, pl. VII, fig. 4).

Ce sont les mêmes côtes bi- ou trifurquées interrompues par des étranglements bordés toujours en avant d'une côte simple. Le seul caractère vraiment nouveau du *Broilii* est la polyfurcation des côtes qui paraît devenir normale à partir du dernier tour, *polyfurcation constituant une ornementation typique d'Ataxioceras*.

Nous ne parlons évidemment pas de la section très épaisse de l'*Amm. Broilii*, qui s'oppose aux sections généralement assez minces des *Ataxioceras*. Ce caractère est essentiellement variable dans tous les groupes d'Ammonites et un genre qui n'en posséderait pas d'autre serait basé sur des fondements bien fragiles!

Les paléontologistes russes n'ont pas séparé du groupe du *V. virgatus* celui du *V. Panderi*, bien que dans ce dernier le stade virgatique caractéristique de l'espèce type du genre ne soit pas réalisé. Il n'est pas plus nécessaire actuellement de séparer du genre *Ataxioceras* le groupe du *Per. contiguus*.

Mais il ne reste alors plus aucune raison de grouper en un nouveau genre les formes du groupe *Broilii* (*Virgatosphinctes*) et ce nouveau nom de genre doit donc tomber en synonymie devant *Ataxioceras*.

Cette façon d'envisager les choses aurait le grand avantage de souligner l'analogie des faunes méditerranéennes des Alpes et de l'Himalaya, analogie si bien mise en évidence par M. Kilian¹ à propos de la faune de *Spiticeras* indous de la zone à *Hoplites Boissieri*.

Il est intéressant également de remarquer que Burckhardt a figuré² une Ammonite, *Per. choicensis* qui par tous ses caractères

1. W. KILIAN. Sur la présence des *Spiticeras* dans la zone à *Hoplites Boissieri* (Valanginien inférieur) du Sud-Est de la France. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 24-25, 1908.

2. BURCKHARDT. Beitrage zur Kenntniss der Jura und Kreideformation der Cerdillere. *Palaeontogr.*, I, 1903.

est un *Ataxioceras*. Au contraire les formes qu'il a figurées sous le nom de *scythicus* VISCHN. et *mexicanus* n. sp.¹ et celles que nous avons nous-mêmes² rapportées à ces deux espèces nous paraissent être de véritables *Virgatites* et nous ne saurions invoquer plus forte autorité à l'appui de cette manière de voir que celle du professeur Al. Pavlow auquel Burckhardt communiqua ses échantillons de *Virg.* cf. *scythicus* de l'Argentine et qui ne paraît pas avoir émis de doute sur leur détermination générique (Burckhardt 1903, p. 46). Nous ne pouvons donc admettre l'opinion de Dacqué qui range tous les *Virgatites* décrits par Burckhardt dans le genre *Virgatosphinctes* (pour nous *Ataxioceras*). Cette dernière façon de faire aurait à nos yeux le très grand inconvénient de masquer ce fait précis et très intéressant mis en lumière par les excellents travaux de Burckhardt, à savoir que les *Ataxioceras* qui voisinent si rarement avec des faunes à caractère boréal en Europe (Niederfallabrunn) paraissent, en Amérique, coexister en nombre avec les *Virgatites*. C'est une nouvelle preuve de l'étroite parenté de ces deux genres. Mais sur le nouveau continent le tronc ancien *Ataxioceras* a continué à vivre parallèlement à sa branche *Virgatites* tandis qu'il était complètement remplacé par celle-ci dans le Nord de l'Europe. Tous ces faits curieux d'évolution sont évidemment masqués par une trop étroite acception du terme « genre »³.

1. BURCKHARDT. La faune jurassique de Mazapil, avec un appendice sur les fossiles du Crétacique inférieur. *Bol. Inst. geol. Mexico*, n° 23, 1906.

2. ROBERT DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. *Mém. Pal. Soc. géol. Fr.*, XVI, 1910.

3. Nous n'avons reçu le troisième fascicule du mémoire de M. le professeur UHLIG sur les Spitishales (partie comprenant la définition du genre *Ataxioceras*), que trop tardivement pour tenir compte de celle-ci dans cette note.

PORC-ÉPIC QUATERNAIRE DES ENVIRONS DE MONTRÉJEAU (HAUTE-GARONNE).

PAR **Édouard Harlé.**

En janvier 1908, je fus aimablement informé par M. Cartailhac que M. l'abbé Estinés, supérieur du collège ecclésiastique de Polignan, près Montréjeau (Haute-Garonne), avait trouvé des ossements dans une carrière des environs. M. Estinés me montra libéralement les nombreux restes qu'il avait recueillis. Mais les circonstances ne lui laissèrent bientôt plus le loisir de s'occuper d'ossements fossiles. Je pris donc la suite de ses recherches et, dès le début, fus intéressé par certaines particularités. Je suivis avec soin l'exploitation de la carrière, j'y recueillis tous les ossements qu'elle mit à découvert et c'est ainsi que, dans les derniers jours de juillet 1910, la chute d'une grosse masse pierreuse, détachée par le carrier, me donna une belle incisive de Porc-Épic.

Le gisement de M. l'abbé Estinés est une carrière de pierre à bâtir ouverte au pied de la montagne du Picon, dans la commune de Gourdan, à 700 m. au Sud-Est de l'église¹. En ce point, une large fente du calcaire compact, qui forme cette montagne, est remplie par un éboulement de blocs dont quelques-uns cubent plus de 10 mc. Les intervalles des blocs sont presque entièrement comblés par de la terre qui est en partie transformée, par des infiltrations, en une masse pierreuse. La dureté de cette gangue m'a beaucoup gêné. C'est ainsi que, d'une patte complète d'Ours, j'ai retiré seulement quelques débris et que j'ai dû abandonner en totalité un crâne entier d'Hyène.

D'après mes déterminations, la faune de ce gisement du Picon est la suivante :

URSUS ARCTOS LINN., *massif.* — Molaires (dont une dernière prémolaire inférieure), métacarpiaux, etc., de plusieurs individus.

MELES TAXUS SCHREB.

CANIS LUPUS LINN., *de petite taille.* — Les restes que j'ai recueillis et qui appartiennent à plusieurs individus comprennent, entre autres, une carnassière inférieure et une tuberculeuse inférieure, dont les détails prouvent que ce Canidé n'est ni un Cuon, ni un Chacal. La

1. La montagne du Picon est celle qui est située au Sud du village de Gourdan et où la Carte d'État-Major indique un signal trigonométrique coté 633 m.

carnassière inférieure, abîmée en la sculptant hors de sa gangue, devait avoir environ 23 mm. de longueur.

CANIS VULPES LINN.

HYÆNA CROCUTA ERXL. — Nombreux restes dont je n'ai pu extraire qu'une faible partie. Cette Hyène n'est, d'après mes échantillons, ni grande, ni de type accentué, et j'ignore si elle appartient à la race *spelæa* GOLD., plutôt qu'à la race *intermedia* MARCEL DE SERRES, que j'ai eu occasion d'étudier dernièrement ¹.

FELIS PARDUS LINN., de forte taille. — J'en ai trouvé un astragale et un 5^e métatarsien.

ELEPHAS PRIMIGENIUS BLUM. — J'ai noté cette espèce d'après deux portions de molaires que j'ai vues chez M. l'abbé Estinés. J'aurais désiré examiner de nouveau ces échantillons, mais je n'ai pu savoir ce qu'ils sont devenus à la suite de son départ.

EQUUS CABALLUS LINN.

SUS SCROPHA LINN.

BOS ou *BISON*.

CAPRA IBEX (?) LINN. — Quelques dents.

CERVUS ELAPHUS LINN., de taille ordinaire. — Plusieurs sujets.

CERVUS (DAMA ?) LINN. — J'ai recueilli au Picon quelques restes d'un Cervidé beaucoup plus petit : Une dernière prémolaire supérieure ; — une portion de mandibule avec ses trois prémolaires (qui occupent une longueur de 34 mm. 5) et sa première arrière-molaire ; — la portion inférieure d'un canon antérieur de sujet bien adulte (largeur maxima : 31 mm. 3) ; — un canon postérieur entier, de sujet bien adulte (longueur : 240 mm. ; largeur maxima de l'extrémité supérieure : 29 mm. ; de l'extrémité inférieure : 32 mm. 3 ; minima du corps : 17 mm. 5) ; — deux phalanges.

Au second échantillon, les dimensions sont les mêmes qu'à la mandibule de Daim quaternaire de Bagnères-de-Bigorre, que j'ai publiée il y a quelques années ². M. Boule ayant énuméré, tout récemment, plusieurs différences qui distinguent le Daim actuel du Cerf élaphe ³, je vais en examiner l'application aux pièces du Picon. D'après M. Boule : les prémolaires supérieures sont relativement plus développées dans le sens transversal chez le Daim que chez le Cerf élaphe ; — les prémolaires inférieures ont la rainure de la muraille externe moins marquée ; — la gouttière médiane du canon

1. HARLÉ. *L'Hyæna intermedia* et les ossemens humatiles des cavernes de Lunel-Viel. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 34.

2. HARLÉ. Daim quaternaire de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). *L'Anthropologie*, 1895, p. 369. La dernière molaire y a la paroi intérieure de son troisième lobe aussi épaisse que l'extérieure, caractère que j'ai constaté aux huit Daims actuels que j'ai vus, tandis que chez le Cerf (qui est d'ailleurs bien plus grand) la paroi intérieure est plus mince, sauf le cas de très forte usure. Malheureusement, cette dent manque à la portion de mandibule que j'ai recueillie au Picon.

3. BOULE. Les grottes de Grimaldi, t. I, fasc. III, pp. 210-211, pl. xxiv.

antérieure est plus effacée; — le canon postérieur est plus dissymétrique, comme si son 3^e métatarsien s'était trouvé porté plus en avant et son 4^e plus en arrière. Je trouve ces caractères du Daim à la prémolaire supérieure, aux prémolaires inférieures et au canon antérieur du Picon, pas au canon postérieur qui a une forme différente de celle indiquée et figurée pour le Daim, mais fréquente chez le Cerf élaphe. Mais je suppose que ces caractères ne sont pas absolus, qu'ils constituent des tendances et peuvent souffrir exception et j'en vois la preuve, précisément pour le canon postérieur, dans le squelette de Daim du Muséum de Toulouse, où cet os a le caractère Cerf autant que mon échantillon du Picon. Je pense donc que le petit Cervidé du Picon peut être un Daim.

En étudiant, il y a quelques mois, les ossements recueillis dans la grotte à Hyènes rayées de Lunel-Viel, j'ai vu de nombreux restes d'un petit Cervidé, qui ne paraît pas être un Daim, et j'ai constaté que ces restes ressemblent à ceux du Picon. Mais les dimensions des plus petits sont un peu supérieures.

LEPUS CUNICULUS LINN.



FIG. 1. — Incisive de Porc-Épic.

HYSTRIX de la taille de l'*H. MAJOR* GERVAIS. — La présence d'un Porc-Épic de forte taille est démontrée par l'incisive supérieure droite dont j'ai figuré la vue latérale extérieure, en vraie grandeur, et la coupe transversale, à une échelle double.

Le seul autre Rongeur possible, qui ait des incisives de cette taille, est le Castor, car celles de la Marmotte sont plus petites. J'ai comparé les incisives supérieures du Castor (18 individus actuels) avec celles du Porc-Épic (14 individus actuels) et j'ai constaté les différences suivantes :

1^o La bande d'émail, qui occupe la partie antérieure de l'incisive, s'arrête, chez le Castor, au bord de la face extérieure, en se retournant à peine sur cette face, tandis que, chez le Porc-Épic, elle se replie jusqu'à la moitié environ de cette face.

2^o Ce bord est à angle droit chez le Castor, tandis qu'il est largement arrondi chez le Porc-Épic. La même différence se trouve aussi, quoique à un bien moindre degré, au bord opposé de l'émail, c'est-à-dire à celui de la face intérieure.

3° La section transversale de l'incisive du Castor est relativement plus large par rapport à sa dimension d'avant en arrière (rapport de 1, 13 à 0, 93 chez le Castor et de 0, 89 à 0, 73 chez le Porc-Épic).

L'incisive que j'ai recueillie au Picon a tous les caractères du Porc-Épic. J'ajoute que son émail, très lisse, est blanc comme l'est parfois celui des incisives de Porc-Épic, rarement celui des incisives, même quaternaires, de Castor. Ce Porc-Épic était de très grande taille : la section transversale de mon échantillon a 7 mm. 2 de largeur sur 8 mm. 8 d'épaisseur d'avant en arrière (rapport 0, 82). C'est autant et plus qu'à l'incisive supérieure de l'*Hystrix major* GERVAIS où la largeur est 7 mm. ¹. Je dois dire que j'ai trouvé presque autant à quelques Porcs-Épics actuels, mais dont je ne peux préciser l'espèce ou variété ².

L'*Elephas primigenius*, qui fait partie de cette faune, est le seul Éléphant connu dans nos gisements de climat froid du Sud-Ouest de la France. Mais on a rencontré cette espèce dans certains de nos gisements de climat chaud, par exemple dans les alluvions de la Charente, avec *Elephas antiquus*, Hippopotame et silex chelléens ³.

Le Renne, si commun dans nos gisements de climat froid du Sud-Ouest de la France, manque jusqu'ici au Picon.

Le petit Loup du Picon fait songer à nos gisements de climat chaud, car, ainsi que je l'ai souvent fait remarquer, le Loup de ces gisements est plus petit que le grand Loup, si commun dans nos gisements de climat froid et qui manque au Picon. Il est vrai que M. Studer a signalé des restes d'un petit Loup dans nos gisements quaternaires de climat froid, mais ils y sont très rares et leur taille est encore moindre ⁴.

Le Daim n'a été rencontré jusqu'ici dans nos gisements qu'à Bagnères-de-Bigorre, avec une faune mal définie. Sa présence semble incompatible avec un climat de froid extrême. D'ailleurs, dans nos gisements de climat froid, je ne connais pas d'échantillons de petits Cerfs, tandis que j'en ai rencontré dans plusieurs gisements de climat chaud.

Enfin, le Porc-Épic n'a été signalé jusqu'ici, en France, que dans deux gisements quaternaires : dans une brèche de l'île

1. GERVAIS. Sur une espèce de Porc-Épic fossile dans les brèches osseuses de l'île Ratoneau, près Marseille. *CR. Ac. Sc.*, 10 octobre 1859, t. XLIX, p. 511. — *ib.* Zoologie et Paléontologie générales, 1867-1869, pp. 76-78.

2. Ceci peut inspirer des doutes sur la validité de l'*H. major*, espèce basée sur sa grande taille.

3. BOULE. Découverte de débris gigantesques d'Éléphants dans la ballastière de Tilloux (Charente). *CR. Ac. Sc.*, 29 juillet 1895.

4. STUDER. Étude sur un nouveau Chien préhistorique de la Russie. *L'Anthropologie*, 1905, p. 269.

Ratonneau, à Marseille, par Gervais¹; — dans la grotte de Montsaunés (Haute-Garonne), où je l'ai trouvé avec *Macacus*, *Hyæna striata*, *Rhinoceros Mercki*².

Il est donc vraisemblable que la faune du Picon est de climat chaud, mais elle est probablement d'une époque différente de celle de Montsaunés : le règne de l'Hyène rayée semble passé, il est remplacé par celui de l'Hyène tachetée. Peut-être est-elle à peu près contemporaine de l'Hyène tachetée et du *Rhinoceros Mercki* (avec, d'après Cabane, silex moustériens) de Laroque (Gironde). Peut-être du *Rh. Mercki* trouvé dans la grotte de Sainte-Suzanne (Mayenne), à 3 m. seulement au-dessus du ruisseau³. Peut-être même de l'Hyène tachetée, race *spelæa*, et de la faune chaude, avec industrie moustérienne, de la base de la grotte du Prince, près de Monaco⁴.

On pourrait supposer par contre qu'elle est une faune de steppes, parce qu'un Porc-Épic vit encore actuellement dans les steppes de la Russie transcaspienne. Toutefois, la faune des steppes, très répandue dans le Sud-Ouest de la France, n'a pas été rencontrée dans les Pyrénées, probablement parce que ces montagnes ont toujours provoqué d'abondantes chutes de pluie; or, le Picon est dans les Pyrénées. Le Cerf, assez commun au Picon, est un animal de forêts.

Enfin, il se peut que cette faune appartienne à plusieurs époques, car il existe encore maintenant, entre les blocs du gisement, de nombreux vides par lesquels un animal de la taille d'un Porc-Épic pourrait s'enfoncer au loin.

Les terrasses d'alluvions anciennes de la Garonne sont bien développées aux environs du Picon. Elles y ont été étudiées par M. Boule qui en a reconnu deux : l'inférieure et la supérieure, situées, en moyenne, l'une à 15 m., l'autre à 50 m. au-dessus de la Garonne actuelle et probablement contemporaines, l'inférieure, d'une faune froide, et la supérieure, de la faune de Montsaunés⁵. Pour repérer exactement le gisement du Picon par rapport à ces terrasses, je l'ai rattaché, d'un coup de niveau, au passage à niveau n° 2 du chemin de fer de Bagnères-de-Luchon,

1. GERVAIS. *Loc. cit.*

2. HARLÉ. Porc-Épic quaternaire de Montsaunés (Haute-Garonne). *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 532.

3. GAUDRY. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, I, p. 26.

4. BOULE. Les grottes de Grimaldi, t. I, fasc. II, pp. 86, 87, 101.

5. BOULE. Le plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 43, t. VI, 1894-1895, p. 447.

dont la maisonnette est munie d'un repère de nivellement. J'ai trouvé, ainsi, que l'altitude du gisement est 446 m. En rapprochant cette cote de celles données par M. Boule, on voit que le gisement du Picon est à 20 ou 30 m. en contre-bas de la terrasse supérieure (p. 434 et pl. iv, fig. 7) et à une dizaine de mètres seulement au-dessus de la terrasse inférieure (pl. iv, fig. 1 et 7 : le point au droit duquel se trouve le gisement est à 300 m. environ à gauche des points cotés 438, 63 sur la figure 1 et 441 sur la figure 7).

Le gisement du Picon est donc bien plus récent que la terrasse supérieure ou terrasse de 50 m.

Il n'est pas hors de propos d'ajouter que le point d'où provient le Daim de Bagnères-de-Bigorre, situé dans la carrière d'Aurensan, au bord de l'Adour, n'est qu'à environ 15 m. au-dessus du niveau actuel des basses eaux de cette rivière.

Depuis l'envoi de cette note, j'ai recueilli au Picon :

1° Des portions de trois molaires d'*Elephas primigenius*. Leurs lames sont bien plus écartées, d'axe en axe, que chez les sujets de climat très froid.

2° Les deux défenses inférieures, énormes, d'un *Sus scropha*. D'après M. Stehlin (qui ne connaissait pas la provenance de ces échantillons) ce Sanglier date plus probablement du Quaternaire ancien que du récent et le climat dans lequel il a vécu pouvait être chaud ou tempéré, mais certainement pas très froid.

OSSEMENTS DÉCOUVERTS PAR MM. DE CERRALBO,
ALCADE ET CARBALLO, EN ESPAGNE

PAR Édouard Harlé.

Dans mon « Essai d'une Liste des Mammifères et Oiseaux quaternaires connus jusqu'ici dans la Péninsule Ibérique » (*B. S. G. F.*, (4), 1909, p. 355, et *Comptes Rendus sommaires*, 8 novembre 1909), j'ai signalé les importantes découvertes de M. le Marquis de Cerralbo, à Torralba, province de Soria (Espagne), à 1110 m. d'altitude. M. de Cerralbo avait reconnu dans ce gisement des outils chelléens et des restes d'Éléphants énormes dont certains lui paraissaient appartenir à *El. meridionalis*. J'ai conclu alors de mon examen que les restes d'Éléphants appartiennent à un *El. antiquus* avec molaires à éléments massifs, et dont certains individus passent à l'*El. meridionalis*. J'ai reconnu aussi quelques restes d'*Equus*, c'est un *caballus* à tendance *Stenonis*, d'un grand Bovidé, d'un petit Cerf.

Je suis revenu dernièrement à Torralba. Les Éléphants découverts, qui étaient au moins dix lors de ma visite de l'an dernier, sont au moins quinze maintenant, jeunes et vieux, d'après le nombre des mâchoires inférieures. Ceci ne doit pas étonner, car, il y a peu d'années, on voyait en Afrique et dans l'Inde, des troupes ou familles de cent Éléphants. Les sujets de Torralba appartiennent peut-être à une même famille, ce qui expliquerait les caractères un peu spéciaux que j'ai observés. Les plus grands individus dont j'ai mesuré les os devaient avoir 4 m. de hauteur et une forme massive. Une molaire supérieure, encore dans le maxillaire, a cet intérêt qu'elle constitue l'extrémité la plus *antiquus* de la série. Sa longueur, mesurée suivant l'axe et perpendiculairement aux lames, est 0 m. 40; sa largeur, 0 m. 085 seulement; le nombre de ses lames, talons compris, 19 ou 20. Trois défenses atteignent 3 m. 13, 3 m. 19 et 3 m. 20 de longueur suivant la ligne médiane et auraient un demi-mètre de plus si la pointe n'avait pas été brisée.

J'avais émis l'idée, au sujet d'une pierre située contre un os compliqué dont elle épousait exactement la forme, que cette pierre et d'autres semblables sont dues à une action chimique postérieure à la formation du gisement et dans laquelle la matière organique de l'os doit avoir joué un certain rôle. Cette explication

avait été combattue. Mais je suis obligé de la maintenir parce que j'ai constaté cette fois-ci, un crâne de *Bos* s'étant rompu sous mes yeux, que sa cavité cérébrale et d'autres cavités situées sous le front sont remplies par la même qualité de pierre. Je ne prétends pas d'ailleurs que cette explication s'applique à toutes les pierres du gisement.

D'après M. de Cerralbo et, plus tard, M. l'abbé Breuil, tous ces ossements sont les restes de repas des hommes qui utilisaient les outils chelléens. Il me semble, dans cette hypothèse, que ces hommes auraient dépecé les Éléphants et autres animaux à grands coups de leurs outils, et que les os devraient présenter, surtout aux jointures, quelques traces de ces coups violents d'instruments tranchants. Je n'ai pu en voir aucune. Je ne sais pas pourquoi il y a tant d'ossements accumulés sur cette petite surface. Les étés sont très secs dans cette partie de l'Espagne. Ils ont pu l'être davantage. Peut-être, au temps où le fond de la vallée était encore à ce niveau, toutes ces bêtes sont-elles mortes de soif autour d'une mare qui s'est desséchée ? Pareil fait a lieu actuellement en Afrique et Gregory (*The great Rift Valley*, London, 1896, p. 268) en a donné une description émouvante (je traduis) : « Ça et là, autour d'une mare, le sol était littéralement blanchi par les ossements de Rhinocéros et Zèbres, de Gazelles et Antilopes, de Chacals et Hyènes. La mare se desséchant, ces animaux s'étaient pressés autour et s'étaient battus pour boire les dernières gouttes d'eau ».

Je profite de cette occasion pour signaler que don Hermilio Alcalde del Río m'a envoyé une mandibule d'un *Felis spelæa*, de la taille des plus grands Lions actuels, qu'il a recueillie dans la grotte de Eria del Prao (c'est-à-dire, en dialecte local, grotte du Vacant du Pré), située près de la mer, à Balmori, dans la commune et à 7 km. à l'Ouest de Llanes, province d'Oviedo. Cette nouvelle découverte de don Hermilio étend, vers l'Ouest, l'habitat du Lion quaternaire, car on ne le connaissait que jusque dans la province de Santander.

Enfin j'ajoute que don Jesus Carballo a eu l'amabilité de m'adresser une molaire de *Mastodon*, voisin du *turicensis* SCHMIDT., qu'il avait trouvée à Sahagun, province de Leon.

Séance du 21 novembre 1910.

PRÉSIDENTICE DE M. A. LACROIX, PRÉSIDENT

Le Procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Jean Morellet**, à Paris, présenté par MM. Paul Lemoine et Lucien Morellet.

M. L. Cayeux présente au nom de M. **Maurice Leriche**, professeur à l'Université de Bruxelles, une Notice sur ses travaux scientifiques (4^e, Lille, juin 1910) et les tirés à part des nombreuses notes publiées récemment par notre confrère.

M. L. **Cayeux** offre en son nom une note « Sur l'existence de calcaires phosphatés à Diatomées, au Sénégal » (*CR. Ac. Sc.*, CLI, p. 108, 1910).

L'auteur fait ressortir l'identité de composition organique entre les phosphates de Gafsa (Tunisie) et les petites concentrations de grains de phosphate, observées dans un calcaire recueilli par M. Chudeau, à Daoulalel, sur les rives du Sénégal, et rapporté avec doute à l'Éocène. Ces concentrations sont constituées par des grains de phosphate extraordinairement riches en dépouilles de Diatomées marines. D'où la probabilité que la zone phosphatée issue d'une boue à Diatomées avait originellement une très grande extension et la possibilité d'en retrouver de nouveaux témoins.

M. **Pierre Lory** présente une note « Curieux phénomène d'érosion, Un cas d'inversion du relief » (*IX^e Congr. intern. Géogr.*, Genève, t. II).

M. **Jodot** présente au nom du Dr **O. Couffon** le fascicule 2 de la 3^e série de *Palaeontologia Universalis*.

Ce numéro entièrement consacré à Lamarck comprend vingt espèces. Les fiches nos 188 à 207 sont dues à MM. J. BOUSSAC, G. F. DOLLFUS, L. GERMAIN, PAUL LEMOINE, PERVINQUIÈRE.

Dorénavant chaque fascicule sera autant que possible consacré à un seul auteur ancien.

L'état d'avancement du prochain fascicule permet d'espérer sa distribution pour mars prochain.

M. **Henri Douvillé** fait hommage de deux notes extraites des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* : « Comment les espèces ont varié » ; « Quelques cas d'adaptation ; Origine de l'homme. »

L'auteur montre que les animaux se modifient dès que leurs conditions de vie changent ; ils doivent alors s'adapter ou disparaître. Chez les Lamellibranches, ces modifications résultent principalement de l'immobilisation de l'animal par fixation byssale, par soudure directe ou par habitat cavicole. Chez les Foraminifères, c'est la profondeur de l'habitat qui intervient ; chez les Échinides, les groupes de premier ordre correspondent à des habitats distincts. Les mêmes phénomènes d'adaptation se retrouvent chez les Mammifères ; le développement des Carnivores entraîne pour les autres animaux la nécessité de leur échapper : les Chiroptères volent, les Insectivores sont fouisseurs ou cuirassés, les Pachydermes deviennent coureurs, les Primates sont grimpeurs et arboricoles. L'homme est un Primate devenu marcheur, et cette adaptation a été la conséquence du refroidissement de la fin du Pliocène, qui a amené la disparition de la forêt équatoriale, habitat des singes anthropomorphes.

L'auteur n'avait pas eu connaissance d'une note de M. de Boury (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, juillet 1910), qui a employé presque les mêmes termes que lui en parlant de l'évolution des *Scalidæ*.

A propos de l'évolution par sauts brusques, l'auteur avait cité les travaux de Giard ; M. le professeur Dollo lui a fait observer qu'il avait le premier, dès 1893, posé la loi de la discontinuité de l'évolution.

G. Ferronnière. — Excursions dans la région ouest de la feuille de Nantes.

Des excursions dans la région ouest de la feuille de Nantes m'ont donné les résultats suivants :

Le Crétacé est représenté à Noirmoutier par des argiles blanches à *Terebratula biplicata* et Spongiaires, avec, au sommet, des silex et des pyrites, puis des sables rouges.

La même série, mais sans fossiles, se retrouve sur la côte de la Loire-Inférieure, aux Moutiers, où les sables rouges contiennent, en un point, des particules charbonneuses.

A Challans, le puits de l'hôpital a traversé environ 15 m. d'argiles grises avec un mince lit de lignite à la base, reposant sur le micaschiste et surmontées par des sables rouges à *Ostrea columba* de petite taille.

Des sables rouges à *Ostrea columba* de petite taille, *Cidaris vesiculosa*, Bryozoaires et Spongiaires se retrouvent sur d'assez nombreux points, particulièrement autour de Pornic.

A Noirmoutier le grès à *Sabalites* repose sur cette série crétacée, et forme de gros bancs brisés et souvent éboulés, à stratification entrecroisée.

On retrouve, autour du bassin éocène d'Arthon, des blocs de grès très semblables d'aspect à ceux de Noirmoutier, mais sans fossiles ; en deux points au Sud de ce bassin j'ai trouvé, près de

ces blocs, d'autres blocs de calcaire d'eau douce dans l'un desquels M. G. Dollfus a reconnu une Limnée du groupe de *L. arenularia*.

Ces grès semblent se confondre eux-mêmes, à première vue, avec de très nombreux blocs siliceux, épars dans la région située entre le bassin d'Arthon et celui de Machecoul, et paraissant former la base de ces deux bassins. Ils contiennent *Præscutella Cailliaudi* et de nombreux fossiles marins. Je n'ai pu, jusqu'ici, en déterminer les rapports.

LES PHÉNOMÈNES QUATÉNAIRES ÉTUDIÉS PAR
LES EXCURSIONS A₂ ET A₁ DU CONGRÈS GÉOLOGIQUE
DE SUÈDE

PAR **P. Lory**.

A côté des questions tectoniques et pétrographiques, principal objet de l'excursion A₂, les participants ont pu étudier les intéressants phénomènes quaternaires du Jämtland : leur connaissance est due pour une grande part au professeur Högbom, qui guidait si remarquablement l'excursion.

Particulièrement frappantes sont les *terrasses lacustres* qui s'étagent, autour d'Åre notamment : corroborées par le sens des stries glaciaires et du transport des blocs, elles prouvent que la *ligne de partage des glaces* se trouvait beaucoup plus à l'Est que la ligne de partage des eaux actuelle, dans la région granitique de Bräcke. Quoique d'altitude bien modeste (350 mètres environ), cette bande a conservé des restes de la calotte glaciaire longtemps après qu'eurent été évacuées les vallées de la chaîne-frontière, dont les sommets de 1600-1800 mètres portent cependant encore des glaciers. De là, des *lacs de barrage glaciaire*, dont le niveau s'est abaissé en même temps qu'ils gagnaient dans l'Est, à mesure que fondait le reste d'inlandsis. L'histoire de ces lacs est encore compliquée par les déplacements de leurs déversoirs (d'abord vers l'Atlantique, puis vers la Baltique), qui ont parfois, à l'Ouest de Storlien par exemple, laissé de remarquables vallées-mortes.

Les congressistes ont vu nettement que, comme l'indiquait M. Högbom, le Norrland suédois se divisait à la fin de la dernière glaciation en 3 zones qui sont restées bien différenciées : à l'Est, aire envahie par la mer durant le retrait de la glace ; au centre,

zone axiale de l'inlandsis ; à l'Ouest, zone des lacs de barrage glaciaire.

Celle-ci s'étudie dans des conditions encore meilleures en Laponie, aux environs du Torneträsk, où M. O. Sjögren a conduit l'excursion A₄.

Les appareils littoraux, banquettes, talus de blocs et deltas, établissent qu'il s'est succédé, à mesure que le bord de l'inlandsis reculait vers l'Est et s'abaissait :

1° de petits lacs, isolés, dans les vallons descendant de la montagne ;

2° Un lac occidental, s'écoulant en Norvège par le seuil où passe la ligne de Narvik ;

3° Un premier lac Torne, s'écoulant par la passe de Pålno : Ed. Suess a décrit le splendide cañon mort qu'a creusé son émissaire ;

4° Enfin, un lac s'écoulant vers le golfe de Botnie et s'abaissant par degrés jusqu'au niveau actuel du Torneträsk.

Ici, le retrait précoce des glaces de la chaîne-frontière frappe d'autant plus que ses glaciers sont encore beaux et que le relief porte l'empreinte très fraîche de leur dernière extension, par exemple dans la vallée de Kårso, auge à parois abruptes qui présente un palier long de plus de 10 km., en partie occupé par des lacs : c'est un excellent exemple de modelé dû à l'érosion glaciaire. Le fond est occupé par le glacier de Kårso, de type alpin.

Les participants des deux excursions restent très reconnaissants à leurs guides, grâce à qui ils ont pu faire si rapidement connaissance avec l'ensemble de ces phénomènes.

L'EXCURSION A₂
DU 11^{me} CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

PAR **Pierre Termier.**

L'excursion A₂ du Congrès géologique international de Stockholm n'a pas duré moins de trois semaines, du 27 juillet au 17 août 1910. Elle s'est déroulée à travers la Suède septentrionale, en commençant par la province du Jämtland et finissant par la Laponie suédoise. Elle avait quatre objets : les charriages de la haute chaîne scandinave ; la région de roches éruptives située près de la côte et dans les îles du golfe de Bothnie, non loin de la ville de Sundsvall ; les grands gîtes de minerai de fer de la Laponie, Gellivare et Kiirunavaara ; enfin, la géologie quaternaire et les phénomènes glaciaires. Préparée avec un soin extrême, éclaircie à l'avance jusque dans ses moindres détails par un Livret-guide qui restera comme un modèle de ce genre de publications, l'excursion a été admirablement dirigée par MM. A. G. Högbom, professeur à l'Université d'Upsal, H. J. Lundbohm, directeur de la Compagnie des mines de Luossavaara-Kiirunavaara, et P. J. Holmquist, Chargé de cours à l'École polytechnique de Stockholm. Une quarantaine de géologues, venus des pays les plus divers, y ont pris part. Le temps est resté, pendant tout le voyage, merveilleusement beau et sec.

Je me propose, non pas de raconter tout ce que j'ai vu pendant ces trois semaines, mais de faire connaître brièvement les impressions que j'ai rapportées et qui concernent les charriages de la chaîne scandinave et les gîtes de minerai de fer de la Laponie. Je ne parlerai, ni de la pétrographie des roches de la région de Sundsvall, ni de la géologie quaternaire. Sur ce dernier point, je ne me reconnais aucune compétence ; et quant aux roches de la région de Sundsvall, je n'ai vraiment rien à ajouter au fascicule du Livret-guide qui leur a été consacré.

Les charriages de la chaîne scandinave.

Tout le monde a sous les yeux les grandes lignes de la question. Elles ont été dessinées avec beaucoup de précision par

M. A. E. Törnebohm¹ dans une communication au Congrès géologique international de Vienne, en 1903.

Depuis les environs de Stavanger, au Sud-Ouest de la Norvège, jusqu'à la région septentrionale de la Laponie suédoise, sur une longueur totale d'environ 1200 kilomètres, et sur une largeur, dans le sens est-ouest, qui peut aller à près de 150 kilomètres, on observe la superposition au Silurien fossilifère d'un système de couches, presque horizontales ou faiblement ondulées, les unes clastiques et ressemblant au Précambrien, les autres franchement cristallophylliennes. Le fait a été signalé dès 1866, en Norvège, par Kjerulf, et dès 1872, en Suède, par M. Törnebohm : il n'a jamais été contesté. On a d'abord, et tout naturellement, considéré comme post-siluriennes, en dépit de leur métamorphisme, les couches d'aspect précambrien et les assises cristallophylliennes ainsi superposées au Silurien fossilifère : et cette interprétation était encore récemment admise par quelques géologues, surtout en Norvège. Mais, en 1888 — moins d'une année après l'explication, par Marcel Bertrand, de *l'anomalie stratigraphique du Beausset*, — M. Törnebohm proposait l'hypothèse du recouvrement *par charriage*. Ayant suivi vers l'Ouest les assises cristallophylliennes qui surmontent le Silurien du Jämtland, il les avait vues s'enfoncer sous le Silurien du bassin de Trondhjem, puis reparaitre de l'autre côté de ce bassin, avec les mêmes caractères pétrographiques, et plongeant toujours sous le Silurien : ces assises sont donc présiluriennes, et leur superposition au Silurien suédois est tout anormale. Les observations ultérieures, étendues progressivement jusqu'à la Laponie, n'ont fait que confirmer M. Törnebohm dans cette idée d'un charriage du Précambrien sur le Silurien suédois ; et c'est pour nous convaincre de l'exactitude de la théorie de M. Törnebohm que MM. Högbom et Holmquist nous ont conduits, l'un dans le Jämtland, l'autre sur la rive sud du Torneträsk. La démonstration, comme on va voir, nous a paru décisive ; et le charriage de la chaîne scandinave est tout aussi certain et mérite de devenir tout aussi classique que les charriages de la chaîne alpine.

Je rappelle que M. Törnebohm a donné le nom de *groupe de Seve* à l'ensemble des couches d'aspect précambrien, ou même d'aspect cristallophyllien, qui, dans le Jämtland et dans les régions voisines, recouvrent le Silurien fossilifère. Dans ce *groupe de Seve*, il y a des roches clastiques, par exemple des poudingues,

1. A. E. TÖRNEBOHM. Ueber die grosse Ueberschiebung im skandinavischen Fallengebirge. *Comptes rendus du IX^e Congrès géolog. international*, Vienne, 1903.

que l'on assimile à la *sparagmite* précambrienne, des *mylonites* résultant de l'écrasement ou du laminage de granites, de gneiss ou de porphyres, enfin des roches cristallophylliennes, qui sont des micaschistes, des gneiss et des amphibolites, et que M. Törnebohm a appelées *schistes d'Åre*. En Laponie suédoise, M. Holmquist remplace le nom de *groupe de Seve* par celui de *Hochgebirgsbildungen*, pour désigner l'ensemble des mylonites, des roches clastiques, des calcaires, des dolomies et des terrains cristallophylliens qui constituent les lambeaux de recouvrement posés sur le Cambrien fossilifère. Kjerulf disait déjà, en 1866, *Hochgebirgsquarzit* et *Hochgebirgschiefer* pour les masses de faciès aberrant qu'il voyait surmonter le Silurien de la Norvège méridionale.

Je rappelle encore que, du Jämtland à la Laponie, la région des recouvrements, qui coïncide avec la haute chaîne scandinave, sépare deux bassins siluriens où les assises ont des faciès profondément dissemblables.

Le Silurien oriental est très fossilifère, peu épais, et sans aucune trace de métamorphisme. Habituellement, c'est une alternance de schistes et de calcaires, avec de rares bancs de quartzites. Le terme principal est un calcaire à *Orthocères*, d'âge certainement ordovicien, au-dessous duquel on observe quelquefois des schistes noirs bitumineux à fossiles cambriens, et au-dessus duquel s'étend un Gothlandien très réduit, formé, de bas en haut, d'un quartzite à *Phacops*, d'un calcaire à *Pentamères* et de schistes à *Graptolites*. Exceptionnellement, les quartzites envahissent tout l'étage ordovicien, qui se renfle alors jusqu'à avoir plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Dans les conditions ordinaires, l'ensemble Cambrien-Ordovicien-Gothlandien n'a pas plus de 100 mètres de puissance.

Le Silurien occidental, celui sous lequel s'enfoncent les roches du *groupe de Seve*, celui qui s'étend, parallèlement à la côte, dans une grande partie de la Norvège, est très pauvre en fossiles, et formé d'une énorme épaisseur d'assises presque exclusivement schisteuses, souvent métamorphiques. En territoire suédois, c'est le système des schistes de Kôli, ayant, à sa base, parfois des conglomérats, parfois des amas de péridotite ou de roches magnésiennes dérivées de la péridotite, et comprenant ensuite des termes métamorphiques, micaschistes fissiles et régulièrement lités, amphiboloschistes, ou simples phyllades. Dans la partie haute de ce complexe schisteux, le métamorphisme décroît ; et des bancs calcaires apparaissent, contenant des tiges d'*Encrines* très semblables à celles que l'on observe dans le cal-

caire à *Pentamères* du Jämtland. En territoire norvégien, les schistes, beaucoup moins métamorphiques, ont une épaisseur très considérable, et l'on voit s'intercaler, dans le système, de nombreux amas de *roches vertes*, et aussi des coulées et des tufs : çà et là, des fossiles se montrent, caractéristiques de l'Ordovicien et du Gothlandien.

C'est au faciès oriental qu'appartient le Silurien de Christiania mais, au Nord-Ouest de cette ville et avant d'arriver au pays de hautes montagnes, on observe, dans le bassin silurien, le passage graduel du faciès oriental au faciès occidental. C'est sur du Silurien à faciès occidental que reposent, dans le massif de Jotun, ou entre ce massif et la région de Stavanger, les lambeaux de recouvrement les plus méridionaux. La limite stratigraphique des deux faciès ne coïncide donc pas, dans la Norvège du Sud, avec le front démantelé de la nappe. Cette limite stratigraphique, dans la région autochtone, est dirigée, approximativement, du Sud au Nord, au lieu que le cheminement de la nappe s'est fait de l'Ouest à l'Est par le travers de la Laponie, du Nord-Ouest au Sud-Est par le travers de la province de Trondhjem, et du Nord au Sud entre Bergen et Stavanger. On connaît dans plusieurs chaînes de montagnes, et en particulier dans la chaîne alpine, des exemples analogues de l'indépendance des limites de faciès et des grandes lignes de la tectonique : mais nulle part, à ma connaissance, l'indépendance n'est aussi complète qu'en Scandinavie, où l'on voit la direction du bord oriental du géosynclinal silurien couper la direction générale de la chaîne sous un angle de près de 90 degrés.

Ces généralités rappelées, je viens aux observations d'importance capitale que nous avons faites pendant notre voyage.

JÄMTLAND¹. — Le Silurien du Jämtland se présente d'abord avec des apparences tranquilles. Ses assises sont fréquemment horizontales ou très faiblement inclinées. Mais, à regarder de très près, on constate qu'il est souvent plissé, en plis fortement déversés *vers l'Est* ou même complètement couchés, et que les roches de son substratum, porphyres ou granites, sont parfois écrasées. A Offerdal, près d'Ånge, et à Ristafallet près d'Hålland, le Gothlandien se renverse sur lui-même ; à Östberget, près d'Östersund, un anticlinal déversé fait affleurer, au milieu du Silurien, une lentille du substratum porphyrique, et la roche

1. A. G. Högbom. Studies in the postsilurian thrust region of Jämtland. *Livret-guide du XI^e Congrès géol. internat.*, n° 2, Stockholm, 1910.

qui affleure ainsi est une *mylonite* non douteuse ; le laminage des assises siluriennes, déjà très visible à Ristafallet, s'accroît au fur et à mesure que l'on va vers l'Ouest ; à Ullån, au pied de l'Åreskutan, les strates schisteuses du Silurien sont couvertes de minces pellicules de séracité, et zébrées de fortes stries parallèles au laminage. Tout indique que ce Silurien, évidemment autochtone dans son ensemble, a été *raboté* ou *brossé* de l'Ouest vers l'Est ; les effets de ce rabotage ou de ce brossage se cantonnant généralement près de la surface, mais parfois aussi descendant jusqu'au substratum, comme si, par endroits, la masse tout entière du Silurien s'était légèrement déplacée sur ce substratum immobile. J'insiste beaucoup sur la valeur de cette première indication, évidemment très favorable à l'hypothèse du charriage ou du traînage d'une masse quelconque au-dessus du Silurien : et même je n'hésite pas à dire que, n'y eût-il plus aucun témoin de cette masse charriée ou traînée, je serais, quant à moi, convaincu de son passage.

C'est sur ce Silurien du Jämtland qu'apparaissent les assises du *groupe de Seve* ; et leur apparition, près d'Offerdal, sous la forme de lambeaux découpés et isolés par l'érosion, éveille immédiatement l'idée d'une masse *exotique*, d'origine plus ou moins lointaine, transportée sur le pays silurien. Derrière ces premiers lambeaux, le front de la masse se dresse, comme une sombre falaise, démantelée et creusée de golfes profonds : et sur cette falaise s'entassent, en arrière, de véritables montagnes. C'est une tout autre contrée qui s'offre alors au voyageur, une contrée rude et âpre, monotone et désolée, où les roches deviennent de plus en plus cristallines et dures, pendant que l'altitude augmente et que la végétation s'appauvrit.

Les premiers lambeaux rencontrés, près d'Offerdal, sont peu épais (100 à 300 mètres d'épaisseur) et limités par des escarpements presque verticaux de 50, 60 ou 80 mètres, qui dominent fièrement le pays silurien. Ces escarpements sont formés de conglomérats très durs, très pressés, *souvent laminés*, dont les galets sont de quartz, quartzite, granite rose, porphyre violacé, et dont le ciment est verdâtre. Il n'y a aucun galet qui rappelle les roches du Silurien authentique. L'aspect — sauf le laminage — est celui des conglomérats de la sparagmite précambrienne¹. La surface de séparation des conglomérats et du Silurien sous-

1. La *sparagmite* est autochtone et bien développée en Dalécarlie et dans l'Härjedalen. Il n'est pas douteux qu'elle ne soit précambrienne. Elle repose elle-même en discordance sur les grès du Jotnian (A. G. Högbom), qui représentent un Précambrien beaucoup plus ancien.

jaçant est sensiblement horizontale. Les schistes siluriens sont froissés au contact, mais ne manifestent aucun métamorphisme. Au-dessus des conglomérats d'aspect sparagmitique, viennent des schistes quartzo-sériciteux, parmi lesquels il y a certainement des mylonites laminées ; et enfin des micaschistes quartzeux à mica blanc, assez semblables aux quartzites à mica blanc du Trias des grandes nappes alpines. Ces micaschistes, attribués par M. Högbom au *groupe de Köli*, forment la partie haute du grand lambeau d'Ansatten.

Près de Ristafallet, un très petit lambeau de la masse de recouvrement, haut de 50 ou 60 mètres, et posé sur le Silurien plissé, est formé, de la base à la cime, de schistes quartzo-sériciteux ou quartzo-chloriteux très serrés, et de *porphyre laminé*. Il n'y a plus de conglomérats.

A six ou sept kilomètres en amont de Ristafallet, on entre dans la grande masse de recouvrement, désormais continue, mais percée de quelques fenêtres à travers lesquelles on voit le prolongement, au-dessous de cette masse, du Silurien du Jämtland. Les terrains qui constituent la masse sont, pour la plupart, très métamorphiques. Dans l'ensemble, ils sont presque horizontaux, ou affectés seulement de larges ondulations ; dans le détail, ils sont quelquefois froissés et plissotés d'une façon intense, et d'ailleurs irrégulière et capricieuse, un étage très froissé apparaissant compris entre deux étages de couches à allure tout à fait tranquille. A la base de la masse, on observe, soit une lame de mylonite granitique ou gneissique (granite ou gneiss écrasé et laminé), soit des micaschistes tendres à grands cristaux *interrompus* de muscovite, et contenant de petits bancs calciteux. Puis vient la série — entièrement cristallophyllienne et épaisse d'au moins quinze cents mètres — des schistes d'Åre (gneiss et amphibolites), surmontée elle-même par la série, également très puissante, des schistes de Köli. Et tout cela, ondulé d'abord, puis faiblement incliné vers l'Atlantique, s'en va supporter, à l'Ouest, les assises siluriennes à faciès occidental, les assises siluriennes du bassin de Trondhjem.

L'Åreskutan est l'une des hautes montagnes du *pays de nappe*. Son sommet est à 1419 mètres au-dessus de la mer ; sa base, sur la rive du lac d'Åre, est à 380 mètres. En partant de la station d'Åre et faisant l'ascension par le chemin des promeneurs, on traverse successivement : des gneiss et micaschistes quartzeux, parfois un peu pyroxéniques, alternant avec des amphibolites à grain fin ; puis un étage de gneiss à mica noir et à grenat, très grenatifère, parfois avec cordiérite et sillimanite, et dans lequel

les amphibolites se font de plus en plus nombreuses ; enfin, l'étage du sommet, presque uniquement formé d'amphibolites. Les gneiss de l'étage intermédiaire sont fréquemment contournés et plissés. Ils contiennent de nombreuses *enclaves amphiboliques*, qui soulèvent un problème très difficile de pétrographie. Ces enclaves sont parfois rondes ou ovoïdes, souvent lenticulaires, *quelquefois anguleuses* avec des angles un peu arrondis ; elles sont entourées, soit d'une ceinture de grenats, soit d'une ceinture blanche feldspathique. Les froissements du gneiss donnent aux enclaves des formes bizarres et compliquées. Les enclaves ovoïdes ont l'air de ségrégations basiques dans un magma ; mais celles qui sont anguleuses ont parfois leur direction de zonage discordante sur celle du gneiss ; et cela ne peut se comprendre qu'en admettant le déplacement, dans une masse encore pâteuse, d'enclaves originellement concordantes¹. En tout cas, l'on ne peut pas échapper à cette conclusion que les gneiss de l'Åreskutan sont passés par un état de fluidité ou de semi-fluidité, avant de cristalliser définitivement en gneiss.

L'ensemble des assises de l'Åreskutan forme un synclinal très ouvert. L'inclinaison des bancs, abstraction faite des froissements de détail, dépasse rarement trente degrés.

En descendant par le versant ouest, on retransverse toute la série cristallophyllienne, et l'on aboutit, vers la cote 800, au Silurien fossilifère de la grande fenêtre du Mullfjället. Ce Silurien fossilifère plonge sous la série cristallophyllienne : il est lui-même laminé, et son inclinaison, près du contact, est celle même de la surface de contact, c'est-à-dire de la base de la nappe.

J'ai naturellement porté toute mon attention sur cette surface de contact, espérant trouver là, ou bien une *lame* de mylonite, ou tout au moins une séparation bien tranchée entre la nappe et son substratum : et je dois dire que j'ai été tout d'abord un peu déçu. La coupe ouest de l'Åreskutan est une de celles que pourrait invoquer un adversaire de la théorie du charriage : elle montre admirablement les roches, depuis le sommet de la montagne, jusqu'aux calcaires à *Pentamères* du ravin d'Ullån ; et la *première impression* qu'elle donne est celle d'un passage, rapide, il est vrai, mais graduel, du faciès sédimentaire au faciès le plus métamorphique. Je dis *première impression*. Quand on y regarde de plus près, on reconnaît que la zone incertaine, la zone où l'on

1. J'ai parlé de ces curieuses enclaves et du problème qu'elles soulèvent dans ma Conférence au Congrès de Stockholm sur l'origine des terrains cristallophylliens (*Comptes rendus du XI^e Congrès géol. international*).

se demande si l'on est encore dans la nappe ou si l'on est déjà dans le substratum silurien, n'a pas plus de trente ou quarante mètres d'épaisseur : c'est là-dedans, évidemment, que passe la base de la nappe, le *thrust plane* du Livret-guide. Au-dessous il n'y a que du Silurien, schisteux d'abord, puis calcaire, très laminé, mais non douteux ; au-dessus, il n'y a que des assises franchement métamorphiques. L'incertitude provient de ce que l'étage inférieur du système métamorphique, l'étage de base de la nappe, est formé de schistes bien lités, non froissés, parfois un peu calcaires, souvent très quartzeux et ressemblant à des quartzites, et qui jouent, à s'y méprendre, un terrain sédimentaire non métamorphique. Ces schistes ne renferment ni grenat, ni amphibole. Le métamorphisme s'y décele seulement par l'abondance de la séricite, et la présence de grands cristaux de mica blanc, isolés et interrompus. Un peu plus haut, et très vite, apparaissent des marbres phylliteux, des chloritoschistes à noyaux feldspathiques, des gneiss fins un peu grenatiformes, des amphibolites à grain très serré, bien litées, parfois avec boules ou lentilles de malacolite ; et c'est ensuite la longue série des gneiss et des amphibolites, telle qu'on l'a traversée sur le côté sud de la montagne.

En somme, sur le versant ouest de l'Åreskutan, il y a, à la base de la nappe, sous l'énorme série des *schistes d'Åre*, un étage particulier, épais d'une centaine de mètres, dont les assises ont le caractère commun d'être bien litées, en lits réguliers et d'allure très tranquille. La partie haute de cet étage est très franchement gneissique et amphibolique ; mais la partie basse, comme si le métamorphisme décroissait de haut en bas, est schisteuse, quartzeuse, parfois un peu calcaire, sans grenat ni amphibole, et sans autre caractère de métamorphisme que la présence, çà et là, de grands cristaux de mica blanc. Comme cela repose sur du Silurien laminé, en parfaite concordance, et que ce Silurien est, lui aussi, par alternances, schisteux, quartziteux et calcaire, il y a incertitude sur la limite et le *thrust plane* n'apparaît pas de façon évidente. A la réflexion, l'on se rend compte qu'il n'y a là rien d'extraordinaire, et l'on se souvient que de semblables apparences de continuité, et tout aussi troublantes, sont connues dans tous les pays de nappes.

A l'Ouest de l'Åreskutan, s'ouvre la *fenêtre* de Mullfjället dont je reparlerai dans un instant ; et au delà de cette fenêtre, on retrouve la série des *schistes d'Åre*, mais très amincie et bientôt surmontée par la série des *schistes de Köli*. L'amincissement

des *schistes d'Åre* va même jusqu'à la disparition de cet étage, à peu de distance au Sud de la station de Dufed : on voit alors la base de l'étage de Kõli, — composée de phyllades et de conglomérats, — reposer directement sur les roches du fond de la fenêtre. Plus loin vers l'Ouest, les *schistes d'Åre*, gneiss et amphibolites, reparaissent, formant les hautes montagnes qui dominent au sud le lac d'Ånn. Entre Handöl et Storlien, nous avons suivi la limite des deux étages, jalonnée par des amas de péridotite, de serpentine ou de talc. La série de Kõli paraît concordante sur la série d'Åre : elle se fait de plus en plus métamorphique, jusqu'à être formée de micaschistes et d'amphibolites ; mais elle ne renferme pas de gneiss, et, près de Storlien, elle montre encore quelques bancs de conglomérats. Sur les bords de la longue *fenêtre* de Storlien, ou du moins sur ses bords nord et ouest, on observe de nouveau l'amincissement, et même la quasi-disparition, de l'étage d'Åre, les micaschistes de Kõli venant presque au contact des mylonites granitiques et des quartzites siluriens. Au delà de Storlien, la voie ferrée pénètre en Norvège et descend vers Trondhjem : elle traverse une vaste région de *schistes de Kõli*, de moins en moins métamorphiques au fur et à mesure que l'on avance vers l'Ouest, et c'est au Nord de la ligne de chemin de fer, dans les Kõlihaugen, que l'on voit, posées sur ces schistes à métamorphisme décroissant, quelques assises fossilifères, indubitablement siluriennes.

Bien qu'il ne nous ait pas été donné de pousser nos explorations jusqu'aux montagnes des Kõlihaugen, nous avons pu, d'Åre à Storlien, nous faire une idée très exacte de la composition de la masse de recouvrement. Cette composition est bien celle que nous annonçait et nous décrivait le Livret-Guide. La masse de recouvrement est, dans cette région, formée de terrains métamorphiques ; elle est d'allure tranquille, le plus souvent presque horizontale, mais l'épaisseur des étages dont elle se compose varie beaucoup et très rapidement. Nous y avons distingué, de bas en haut, trois étages : un système peu épais de micaschistes quartzeux, parfois un peu calcaires, qui n'apparaît, semble-t-il, qu'au Sud-Ouest et à l'Ouest de l'Åreskutan ; l'étage d'Åre, entièrement cristallophyllien, dont la puissance varie, presque brusquement, de plus de 1500 mètres à zéro ; l'étage de Kõli, dont le métamorphisme, très inégal, est maximum près de Storlien, et qui passe peu à peu, vers l'Ouest, au Silurien de Trondhjem. J'ai tendance à croire que l'étage inférieur, celui de la base de l'Åreskutan, est identique à l'étage de

Köli, et que c'est une *lame* de l'étage de Köli entraînée par le charriage : mais de cela je ne suis pas tout à fait sûr.

Ce dont je suis sûr, c'est que toute cette énorme masse, dite de recouvrement, repose bien réellement sur le Silurien du Jämtland. La preuve décisive nous a été fournie par les deux belles *fenêtres* du Mullfjället et de Storlien.

La *fenêtre* du Mullfjället, qui s'ouvre dans la masse de recouvrement immédiatement à l'Ouest de l'Åreskutan, est une déchirure ovale, longue, du Nord au Sud, de 40 kilomètres environ, et large, au maximum, de 15 ou 18 kilomètres. Elle correspond, dans la topographie, à une dépression très marquée. Le fond en est formé de strates siluriennes, schistes, calcaires et quartzites, parfois fossilifères, ayant manifestement le faciès du Silurien oriental et plongeant, tout autour de la fenêtre, sous le Cristallophyllien environnant ; mais, dans le centre de la fenêtre, une longue bosse anticlinale met au jour le substratum du Silurien, qui est ici formé de porphyre. Ainsi que je l'ai dit déjà, le Silurien est laminé, parfois replié sur lui-même. Dans le ravin d'Ullån, les schistes à *Graptolites* montrent, dans leur clivage ardoisier, un peu de séricite secondaire ; et, sur les bancs calcaires, on voit de grosses stries, parallèles au charriage de la nappe qui les surmonte.

La *fenêtre* de Storlien est une très étroite et très longue déchirure, une sorte de boutonnière, allongée parallèlement à la frontière norvégienne, et mesurant près de 70 kilomètres du Nord au Sud tandis que sa largeur n'excède nulle part 12 kilomètres. Le fond de cette boutonnière est généralement formé de granite, *très laminé* et transformé, près du bord de la fenêtre et près de la base de la nappe surincombante, en une *mylonite d'apparence gneissique*, rappelant les *Augengneis* des Alpes. Mais l'on voit aussi, reposant sur ce granite, ou formant avec lui un système de plis très aigus, très serrés, isoclinaux, et même entièrement couchés, des quartzites et des schistes qui offrent la plus grande ressemblance avec ceux de la base du Silurien du Mullfjället. Toutefois, on n'y a pas trouvé de fossiles. Une partie de ces assises sédimentaires est rapportée hypothétiquement, par M. Törnebohm, à la sparagmite précambrienne. En tout cas, que ces quartzites et ces schistes soient cambriens ou précambriens, ils n'en apparaissent pas moins, dénués de tout métamorphisme, mais plissés et reployés sur eux-mêmes, et mélangés avec leur substratum granitique écrasé et laminé, au fond d'une *fenêtre* profonde, ouverte dans des assises cristallophylliennes presque horizontales.

Tout cela ne m'a laissé aucun doute sur l'exactitude de la théorie de M. Törnebohm. Les plissements du Silurien; l'écrasement, par places, et le laminage, çà et là, des roches porphyriques et granitiques sur lesquelles ce Silurien repose; l'allure de la grande masse de recouvrement, tranquille dans son ensemble, et parfois localement bouleversée; la *forme lenticulaire* que prennent, partout, les étages qui composent cette masse, et, en particulier, l'extrême rapidité avec laquelle varie, de 1500 mètres à zéro, l'épaisseur des *schistes d'Åre*; la présence certaine, quoique très sporadique, de lames mylonitiques dans la base de la masse de recouvrement: telles sont, à mes yeux, les preuves vraiment démonstratives.

La masse en question est une masse charriée, ou traînée, sur le bassin silurien du Jämtland. La direction et le sens du charriage, ou du traînage, sont nettement indiqués par les plis et replis du Silurien: la masse s'est déplacée, sur le Jämtland, de l'Ouest-Nord-Ouest à l'Est-Sud-Est. L'amplitude *minima* du transport est donnée par la distance, mesurée suivant cette direction, entre la fenêtre la plus occidentale (Storlien) et le front oriental actuel des lambeaux de recouvrement les plus avancés, ceux de la pointe sud du Storsjön. Cette distance est d'environ 140 kilomètres¹.

RIVE SUD DU TORNETRÄSK (LAPONIE SUÉDOISE)². — Nous voici maintenant à 600 kilomètres plus au Nord. Du Jämtland jusqu'ici, la continuité du phénomène de recouvrement a été, pas à pas, établie par les géologues suédois. Sur le même bassin silurien, nous allons voir reposer, avec tous les caractères d'un contact anormal, de massifs lambeaux de la même série cristallophyllienne. Cette anormale superposition a été signalée dès 1900 par M. Holmquist; et cet auteur a décrit, en 1903, les chevauchements du Torneträsk.

Le grand lac Torneträsk est à 340 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il est longé, sur sa rive sud, par la voie ferrée qui va de Kiiruna à Narvik. Entre les stations Torneträsk et Stordalen, cette rive sud est faite de roches archéennes, granite, syénite ou gneiss.

Sur cet Archéen reposent les assises siluriennes. C'est du Silurien inférieur, autrement dit du Cambrien; et du Cambrien, non seulement autochtone, mais d'allure absolument paisible et presque horizontale. Il a une épaisseur variable, qui atteint

1. *Livret-guide*, n° 2, pl. 3.

2. P. J. HOLMQUIST. Die Hochgebirgsbildungen am Torneträsk in Lappland. *Livret-guide du XI^e Congrès géol. internat.*, n° 6, Stockholm, 1910.

168 mètres sous le mont Luopahta. Les conglomérats et grès de base renferment des galets du substratum archéen qui les porte ; puis viennent des schistes, des grès, des quartzites, alternant entre eux, et ne présentant pas trace de métamorphisme. Dans une couche de schistes argileux, on a trouvé *Arionellus primævus* BRÖGGER, *Ellipsocephalus Nordenskiöldi* LINRS, et *Obolus*.

Le Cambrien est surmonté par un banc très rocheux, formant escarpement de 20 ou 30 mètres de hauteur, dont la surface inférieure est parfaitement plane et plonge très légèrement vers l'ouest. Au contact, les schistes cambriens, sur une épaisseur de quelques centimètres, ou de quelques décimètres, sont violemment froissés. Le banc rocheux est fait d'une *mylonite compacte* de couleur grise, ou gris-verdâtre, qui ressemble à un quartzite, à un phonolite, à un hälleflint ou à un pétrosilex. Cette mylonite est identique, d'aspect, au *granite écrasé* que l'on trouve, au fond des puits des mines de Montrambert, sous le terrain houiller de Saint-Étienne. Mais quand on l'étudie au microscope, on y reconnaît des roches très variées, uniformisées par l'écrasement : du granite, de l'aplite granitique, de la syénite, de la diorite et même du gabbro, ces deux dernières roches fortement altérées et chargées d'épidote.

Les géologues suédois ont distingué cette roche dès 1900, sous le nom de *Kakirite*, et M. Holmquist a signalé, en 1903, sa véritable nature et l'importance de son rôle géologique et tectonique¹. C'est avec grand plaisir que je rappelle ces dates. M. Holmquist a été, sans que d'ailleurs nous nous en doutions, notre précurseur. Ce n'est qu'en 1906 que nous avons, mon ami Georges Friedel et moi, commencé à publier les résultats de nos recherches sur les *granites écrasés* du Massif central français.

Au-dessus de l'escarpement rocheux qui marque la base de la nappe, il y a d'autres bancs semblables, et l'épaisseur totale des mylonites, extrêmement variable comme il convient à de pareilles roches, peut atteindre près de 200 mètres dans le Luopahta, et même plusieurs centaines de mètres, un peu plus à l'Ouest, par le travers de la vallée de Vuotsi. Sur les mylonites, vient une puissante série cristallophyllienne, la série des *Hochgebirgsbildungen* de M. Holmquist, équivalent évident du *groupe de Seve* du Jämtland. Voici, rapidement décrite, en allant de bas en haut, cette série de terrains métamorphiques.

Ce sont d'abord les *Hartschiefer*, phyllades quartzeux à cliage luisant, remarquablement plans et fissiles, montrant, çà et

1. *Livret-guide*, n° 6, p. 26 et 70.

là, quelques *lits* feldspathiques de couleur rose semblables à des veines interstratifiées de pegmatite, et montrant aussi, çà et là, de minces lits interstratifiés de dolomie jaunissante avec veines et lentilles de calcite blanche. Au delà de l'Abiskojojk, les Hartschiefer perdent peu à peu leur aspect de phyllades et deviennent, soit des chloritoschistes, soit des micaschistes à séricite, avec de grands cristaux isolés et interrompus de mica blanc. En même temps, ils perdent leur allure régulièrement litée et plane. Ils m'ont alors beaucoup rappelé l'étage de base de l'Åreskutan. L'épaisseur des Hartschiefer atteint au moins 500 mètres dans la région d'Abisko ; mais elle diminue très vite vers l'Ouest, et tombe à quelques dizaines de mètres aux environs de la station de Vassijaure.

Au-dessus des Hartschiefer, viennent, soit des amphibolites, soit des marbres gris, un peu phylliteux, supportant eux-mêmes une puissante série de micaschistes à grenats. Les unes et les autres reposent sur les Hartschiefer en parfaite concordance. Les amphibolites ont plusieurs centaines de mètres d'épaisseur dans le massif de Pallimtjåkkö qui s'élève, au Sud d'Abisko, jusqu'à l'altitude de 1800 mètres. A l'Ouest d'Abisko, ce sont les marbres et les micaschistes grenatifères qui remplacent les amphibolites ; et l'épaisseur de ce complexe est d'environ 600 mètres par le travers de la vallée de Kårså. Les marbres sont à la base du complexe, formant tantôt un seul niveau, tantôt plusieurs bancs ou lentilles superposés. Au-dessus des marbres, quelques lits de phyllades charbonneux noirs alternent avec les micaschistes grenatifères.

Enfin, par-dessus le système des micaschistes grenatifères, on voit encore, tout au sommet de la Vuottasreita et des montagnes voisines, un étage de micaschistes sans grenats, passant parfois à des gneiss.

Entre les stations de Björkliden et de Vassijaure, la voie ferrée est à une cote moyenne d'environ 420 et suit à peu près la base de la nappe. Le sommet des micaschistes supérieurs, dans le Kåppasåive, est à la cote 1428. L'épaisseur totale de la nappe, dans cette montagne du Kåppasåive, est donc d'environ 1000 mètres.

La lame de mylonites, puissante de 200 mètres au Luopahta, s'amincit jusqu'à disparaître au Nord-Ouest du Kaisepakte, reparaît un peu plus loin, reprend brusquement une très grande épaisseur, puis de nouveau disparaît au nord de la voie ferrée. Elle se montre encore, dans les déchirures des Hartschiefer, jusqu'à quelques centaines de mètres à l'ouest de la station

d'Abisko ; mais, au delà de l'Abiskojokk, il n'y a plus de mylonite, entre les Hartschiefer et les terrains autochtones, sur le versant nord du Kåppasåive. Il faut contourner le massif montagneux et venir jusqu'au sud de la Vuottasreita pour retrouver les roches écrasées.

Dans l'ensemble, la nappe a une allure tranquille. Les terrains y sont largement ondulés, et le plus souvent presque horizontaux. Mais il y a quelques complications de détail, comme les replis en Z des micaschistes de la Vuottasreita, ou comme les multiples apparitions de quartzites cambriens (*Blauquarz* de M. Holmquist) dans les mylonites du Luopahta et de la base du Suoraåive. Les replis en Z dans la partie haute du système charrié sont évidemment contemporains du charriage et se comprennent aisément. L'affleurement, au milieu des mylonites, de quelques *lames* lenticulaires de quartzites cambriens, horizontales, ou plongeant faiblement et parallèlement à la surface de base du charriage, est une preuve que les mylonites forment un *lambeau de poussée* complexe, divisé, par deux ou trois surfaces de friction, en plusieurs lambeaux élémentaires. Mylonites et témoins de quartzites cambriens accrochés à ces mylonites ne font point réellement partie de la vraie nappe : ce sont de simples fragments du substratum de cette nappe, arrachés par elle, et transportés à plus ou moins grande distance de leur lieu d'origine. Il n'y a aucune relation nécessaire entre la grandeur du déplacement total de la nappe et le chemin parcouru par ces lambeaux de poussée ; et l'on comprend dès lors que les roches mylonitisées soient, à l'écrasement près, très semblables aux roches archéennes intactes sur lesquelles elles reposent.

A l'Ouest de la station de Björkliden, le substratum de la nappe est presque partout le granite. Le Cambrien n'apparaît plus que sporadiquement, sous forme de lambeaux très restreints de quartzites bleuâtres (*blauquarz*) ou de grès blancs. M. Holmquist a beaucoup insisté, soit dans la rédaction du Livret-guide, soit dans les explications qu'il nous a données, sur ce fait que les lambeaux cambriens en question, tantôt reposent sur le granite ou les autres roches archéennes, tantôt sont pincés dans des replis de l'Archéen, replis fortement déversés ou même entièrement couchés vers l'ouest. Les observations de M. Holmquist sont certainement très exactes. Mais le cas général m'a semblé être celui de la superposition régulière, et d'allure paisible, du Cambrien sur l'Archéen : et c'est ce que la carte géologique du Livret-guide montre bien pour la région située au Sud de la Vuottasreita. Les quelques cas anormaux où, dans les environs

de la voie ferrée, le Cambrien s'enfonce sous l'Archéen avec une plongée vers l'Est, m'ont paru pouvoir s'expliquer sans difficulté par le rabotage du substratum et l'entraînement, sous la nappe, de minces lambeaux d'Archéen, véritables *copeaux* détachés de ce substratum. Le plus souvent, ces copeaux se sont écrasés et ont donné des mylonites ; quelquefois, comme dans les cas anormaux en question, ils ont résisté à l'écrasement, et l'on voit alors un lambeau de gneiss, ou de granite, *recouvrir*, avec une plongée quelconque de la surface séparative, un témoin de quartzites cambriens.

Quoi qu'il en soit de ces détails, le charriage des *Hochgebirgsbildungen* sur le Cambrien autochtone n'est pas contestable. En Laponie suédoise, comme au Jämtland, il y a eu transport, sur le bassin silurien, d'une puissante nappe, formée, pour la plus grande partie, d'assises précambriennes métamorphiques. Ce transport s'est fait de l'Ouest à l'Est. La grandeur du déplacement n'est pas exactement connue ; mais elle semble avoir été moindre que par le travers du Jämtland, et peut-être ce déplacement n'a-t-il pas excédé 50 kilomètres.

J'avoue n'avoir pas très bien compris la pensée de M. Holmquist à l'égard de ce charriage. Il ne doute pas du déplacement relatif du bassin silurien et du Précambrien qui le surmonte ; mais il n'admet pas volontiers le traînage, sur 50 kilomètres et peut-être plus, d'une masse épaisse d'au moins 1000 mètres ; il objecte l'allure paisible du Cambrien et ce fait que ses assises ne sont ni écrasées ni laminées ; il objecte encore la quasi-identité pétrographique des *Hochgebirgsbildungen* et de certaines roches du substratum cristallin. Aucune de ces objections n'est capable d'arrêter un seul instant l'esprit d'un tectonicien qui a vu les Alpes. M. Holmquist semble indiquer une préférence pour un déplacement, en profondeur, et de l'Est vers l'Ouest, du bassin silurien et des roches archéennes *sous* le Précambrien. Mais je ne vois pas de différence essentielle entre cette hypothèse et l'autre. Nous ne pouvons, en tectonique, connaître que les déplacements *relatifs*, et c'est uniquement pour la commodité du langage que nous attribuons un sens au mouvement et que nous disons : « *ceci* a bougé, tandis que *cela* restait immobile ». On pourrait tout aussi bien renverser les rôles.

CONCLUSION. — En résumé, je donne mon adhésion la plus formelle aux idées de M. Törnebohm. La haute chaîne scandinave me paraît, bien réellement et sans aucun doute possible, un *pays de nappe*.

Sur le bassin silurien oriental, une masse énorme s'est avancée,

marchant de l'Ouest à l'Est en Laponie, du Nord-Ouest au Sud-Est dans la région médiane de la chaîne, du Nord au Sud dans la partie qui correspond aujourd'hui à la côte norvégienne entre Bergen et Stavanger. La longueur de cette immense masse en mouvement a dépassé 1200 kilomètres; le chemin qu'elle a parcouru, probablement variable suivant les régions, a été d'au moins 140 kilomètres dans le pays qui est devenu le Jämtland, d'au moins 50 kilomètres dans le pays où s'est créé plus tard le Torneträsk. L'épaisseur des terrains transportés était sans doute très supérieure à 2000 mètres, puisqu'il y avait là, avec tout le Précambrien métamorphique, toute la série des assises du Silurien à faciès occidental; et puisque, après tant d'années, les débris de la nappe ont encore aujourd'hui jusqu'à 1600 mètres d'épaisseur.

La date de ce grand mouvement n'est pas connue de façon précise. La comparaison avec l'Écosse, et diverses raisons tirées de la géologie scandinave et résumées par M. Törnebohm dans sa Note de 1903, font croire que tout était terminé à la fin du Dévonien.

Au sujet de la nature même du charriage, voici ce que je pense.

Rien, dans la constitution de la masse transportée, ne m'a paru impliquer l'existence de grands plis couchés superposés, comme il en existe dans les nappes des Alpes. La nappe scandinave me semble unique, et non pas complexe: encore bien qu'elle entraîne, çà et là, accrochés à sa base, des *lambeaux de poussée*, ou des *lames de charriage*, tels que l'étage à apparences sédimentaires de la base de l'Åreskutan, ou tels que les mylonites de la Laponie suédoise. La nappe scandinave me semble être un *traîneau*, déplacé par simple translation, et ayant glissé sur son substratum qu'il rabotait, écrasait et plissait; et non pas un vaste pli couché ayant glissé sur son flanc inverse et ayant peu à peu, par laminage et étirement, supprimé ce flanc inverse. En d'autres termes, la nappe scandinave me semble une *nappe du deuxième genre*, pour employer la distinction que j'ai proposée en 1906.

J'ai montré, il y a quelques mois, que les nappes corses, elbaines et apennines, sont, suivant toute vraisemblance, des nappes semblables, des *nappes du deuxième genre*; et j'ai opposé ces nappes du *régime apennin* aux nappes du *régime alpin* qui — à l'exception d'un traîneau écraseur situé tout en haut et probablement en totalité détruit — sont des nappes du premier genre, ou des plis couchés superposés. La Scandinavie aurait, si je ne me trompe, un *régime apennin*: elle jouerait, dans la chaîne calédonienne, le rôle des Apennins et de l'Atlas dans la chaîne tertiaire. Et les

Highlands d'Écosse, par contre, dont le *régime alpin* vient d'être décrit avec tant de précision par M. E. B. Bailey¹, jouerait, dans cette même chaîne calédonienne, le rôle des Alpes.

Les grands gîtes de fer de la Laponie suédoise.

Nous avons successivement visité les divers gîtes de Gellivare, puis l'énorme gisement de Kiirunavaara. Je ne décrirai d'une façon méthodique ni celui-ci, ni ceux-là, renvoyant le lecteur, pour tous les détails techniques, aux deux fascicules 4 et 5 du Livret-guide; et je me propose seulement de résumer ici mes impressions en ce qui concerne les conditions géologiques et l'origine de Kiirunavaara, d'abord, de Gellivare ensuite.

KIIRUNAVAARA. — Le gîte de Kiruna² — j'emploierai souvent, à l'exemple des Suédois, cette appellation et cette orthographe simplifiées — est un amas de magnétite de dimensions vraiment colossales. Il se présente comme une couche d'épaisseur variable, dirigée nord-nord-est et plongeant vers l'Est sous un angle moyen de 55 degrés. Le minerai est massif, sans autre gangue habituelle que l'apatite. La magnétite se mélange parfois d'un peu d'oligiste. L'apatite ne manque jamais; et elle est parfois très abondante, jusqu'à former le quart, en poids, du minerai. Les minéraux accessoires, assez rares en somme, sont le pyroxène, l'ouralite, la tourmaline, le talc, l'amiante, la calcite, la pyrite, le sphène. La teneur en fer du minerai *tout-venant* varie, habituellement, de 58 à 70 %.

L'amas — ou la couche — affleure sur une longueur de 3 km. 500 dans la montagne de Kiirunavaara. Divers sondages ont constaté le prolongement de ces affleurements, au nord et au sud, sous les dépôts glaciaires; et les recherches magnétiques ont indiqué que le gîte se poursuit encore quelque temps au delà des plus lointains sondages: si bien que l'on considère comme certaine une longueur de gîte de 5 km. Un lac, Luossajärvi, sépare la montagne de Kiirunavaara d'une autre montagne, Luossavaara, située plus au Nord, et qui contient un amas de magnétite en tout semblable à celui de Kiiruna, sauf qu'il est beaucoup plus petit. L'amas de Luossavaara affleure sur 1000 ou 1200 m. de longueur. Il semble bien être sur le prolongement du gîte de Kiirunavaara; mais, comme on le voit se terminer en

1. E. B. BAILEY. Recumbent folds in the schists of the scottish Highlands. *Quart. Journ. geol. Soc.*, LXVI, 1910, p. 586-620 et pl. 43-44.

2. HJ. LUNDBOHM. Sketch of the Kiruna district. *Livret-guide du XI^e Congrès géol. internat.*, n° 5.

pointe vers le Sud, son raccordement avec le grand gîte n'est que théorique. Il y a donc deux gîtes distincts, et non pas un seul. Le plus gros, Kiruna, est seul exploité pour le moment.

La montagne de Kiirunavaara s'élève à 245 m. et celle de Luossavaara à 227 m. au-dessus du niveau du lac, qui est lui-même à 500 m. au-dessus de la mer. Il y a 4 km. 500 de distance entre les sommets des deux montagnes.

La traversée horizontale du gîte de Kiruna, dans la partie exploitée, est, en moyenne, de 96 m., ce qui correspond à une puissance moyenne de 78 m., du mur au toit. Mais, sur un point, la traversée horizontale atteint 195 m. Elle tombe à 50, et même à 40 m., vers les extrémités nord et sud de la partie bien connue. La traversée horizontale du gîte de Luossavaara est au maximum de 50 mètres.

Le tonnage reconnu, dans le seul gîte de Kiruna, est de près d'un demi-milliard de tonnes. Le tonnage réel est certainement bien supérieur à cette évaluation : peut-être atteindra-t-il un milliard de tonnes. L'amas de Kiruna est donc un des plus importants gisements du monde, et nulle part encore on n'avait vu tant de minerai riche, concentré dans un espace aussi restreint¹.

Les conditions géologiques ont été très bien étudiées par MM. Bäckström et Lundbohm, puis par M. Stutzer, et en dernier lieu par M. P. Geijer². M. de Launay les a sommairement décrites en 1904, en faisant suivre sa description d'une discussion sur l'origine du minerai et la formation du gîte³.

La couche de magnétite est régulièrement intercalée entre des coulées trachytiques, au mur, et des coulées rhyolitiques, au toit.

Les roches du mur (*syenite-porphry* du Livret-guide) sont grises ou roses; elles montrent, dans une pâte compacte, des phénocristaux, relativement rares et assez petits, de feldspath, et d'augite ou d'ouralite. La pâte est faite de feldspath potassique, avec plus ou moins de hornblende et de magnétite; elle est tantôt microlitique, tantôt sphérolitique. Très habituellement, la roche est criblée de cavités de forme irrégulière, aux parois arrondies, semblables à des soufflures, quelquefois vides, le plus souvent remplies par des agrégats à structure radiée de hornblende et de sphène, ou par des mélanges, sans ordre, de ces

1. P. NICOU. Les gisements de minerai de fer de la Laponie suédoise. *Annales des Mines*, (10), t. XIV, 1908, p. 221 et suiv.

2. PER GEIJER. *Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara*, Stockholm, 1910. — Pour les travaux antérieurs, voir la bibliographie du Livret-guide.

3. L. DE LAUNAY. L'origine et les caractères des minerais de fer scandinaves. *Ann. des Mines*, (10), t. IV, 1903, p. 49 et suiv.

deux minéraux avec d'autres, la magnétite, l'apatite, la biotite, l'orthose perthitisé. Pour M. Bäckström, ces cavités sont réellement d'anciennes soufflures de la lave, et leur remplissage est secondaire et d'origine pneumatolytique.

Les roches du toit (*quartz-porphry* du Livret-guide) ont une couleur plus claire, rose, gris rose, gris de cendre, quelquefois rouge, et montrent de nombreux phénocristaux arrondis de feldspath rouge ou rosé (perthite). Il n'y a pas de phénocristaux de quartz; mais le quartz est assez abondant dans la pâte, et la teneur moyenne en silice est d'environ 70 %, tandis que, dans les trachytes du mur, cette teneur est seulement de 60 %. La pâte est entièrement cristalline, généralement microgranitique, rarement sphérolitique. La hornblende est rare. Les cavités ou amygdales si nombreuses dans les trachytes du mur manquent totalement dans les rhyolites du toit.

La nature lavique des roches du toit est établie péremptoirement par l'existence, à Luossavaara, dans le complexe *quartz-porphry* et à peu de distance du gîte, de *conglomérats rhyolitiques* indiscutables, véritables *coulées boueuses* semblables, quant à l'aspect, aux brèches andésitiques du Cantal. Les débris, ou galets, sont presque tous de *quartz-porphry*; mais il y a aussi quelques fragments roulés de magnétite, et l'aspect de cette magnétite est identique à celui du minerai du gîte. Ces conglomérats rhyolitiques portent dans le Livret-guide le nom d'*agglomerates*. Ils alternent avec des coulées massives. On ne les connaît pas sur le versant oriental de Kiirunavaara, mais nous avons vu, au pied de ce versant, les affleurements d'un banc de *quartz-porphry* à débris anguleux de magnétite. La magnétite de ces débris, comme celle des galets roulés des conglomérats rhyolitiques de Luossavaara, est identique à la magnétite des deux gîtes. Il est donc démontré que les *quartz-porphyrries* sont des rhyolites, et que l'éruption de ces laves est postérieure à la consolidation du minerai dans les deux gisements.

La nature lavique des roches du mur n'est pas aussi évidente. Il n'y a pas, parmi ces roches, de conglomérats trachytiques. Elles reposent, à l'Ouest de Kiirunavaara et à quelques centaines de mètres du gîte, sur une syénitaplite à grain fin¹ qui n'a plus aucun caractère de lave; et l'on dirait qu'il y a comme un passage entre la structure porphyrique et la structure aplitique. Mais on peut très bien imaginer une syénitaplite cristallisant, à quelques dizaines de mètres au-dessous de la surface du sol, sous

1. *Syenite* du Livret-guide.

un manteau de trachytes déjà solidifiés. Et, d'autre part, le *syenit-porphry*, par la fluidalité qu'il présente quelquefois, par ses amygdales de minéraux secondaires qui semblent correspondre à des soufflures, par la structure fréquemment sphérolitique de sa pâte, se rapproche beaucoup plus des roches d'épanchement que des roches hypo-abyssiques.

Ce qui complète la démonstration, et ce qui fait que, pour tous les géologues qui ont visité Kiruna, ou presque tous, la nature lavique des roches du mur ne fait pas doute, c'est l'existence à l'ouest des *syenit-porphyrries*, c'est-à-dire à leur mur, d'une série incontestablement sédimentaire, dite série de Kurraavaara, qui plonge à l'Est comme les bancs de *syenit-porphry* et semble parfaitement concordante avec eux. Il y a, dans cette série, des conglomérats alternant avec des tufs rhyolitiques ou trachytiques, et ces conglomérats reposent eux-mêmes sur une énorme série de roches vertes sodiques (*soda-greenstones*) parmi lesquelles on trouve des termes certainement volcaniques, des laves et des tufs. Les conglomérats eux-mêmes paraissent être, souvent, d'origine volcanique, et provenir de coulées boueuses sorties de volcans trachytiques. Les *syenit-porphyrries* forment ainsi le couronnement d'une longue suite de coulées, de tufs, de conglomérats, alternant avec quelques termes sédimentaires : et l'on est donc tout naturellement porté à les regarder comme des laves. Pour mon compte, je suis convaincu que ce sont bien des laves, et je les appellerai dorénavant *trachytes*, et non plus *syenit-porphyrries*.

À l'Est des gîtes, et au toit des puissantes coulées de rhyolites, apparaît une autre série sédimentaire, concordante avec les coulées, et composée de quartzites, de grauwackes, de conglomérats et de schistes, alternant avec des coulées de rhyolite ou de trachyte, et des tufs plus ou moins altérés. C'est la série de Hauki. Près du gîte de Luossavaara, cette série débute par une couche de magnétite. Elle paraît s'enfoncer elle-même, à l'Est, sous les rhyolites de Tuolluvaara.

Ainsi, le sous-sol de la région de Kiruna est formé d'un énorme entassement de coulées volcaniques concordantes entre elles, pour la plupart trachytiques ou rhyolitiques, entre lesquelles s'intercalent des conglomérats volcaniques et des tufs, et quelques sédiments clastiques. Le grand gîte de Kiruna — comme aussi le gîte de Luossavaara qui le prolonge — se présente comme une coulée d'une nature spéciale, intercalée dans cet entassement de coulées. Il y a une autre couche ou coulée semblable, de magné-

tite également, dans le toit du gîte de Luossavaara, à la base de la série de Hauki.

L'épaisseur de ce système de déjections volcaniques est à confondre l'imagination. Par le travers de Kiruna, la somme des largeurs des deux bandes, l'une trachytique, l'autre rhyolitique, qui comprennent entre elles le gîte, est de 3 km. 500 : ce qui correspond à une épaisseur totale d'environ 2800 m. La puissance de l'étage sous-jacent, conglomérats de Kurravaara et *soda-greenstones*, est au moins égale. Il ne semble pas, d'ailleurs, que les séries soient doublées ou multipliées par le plissement : les couches et coulées sont redressées, mais non pas plissées, et les phénomènes d'étirement et de laminage, bien que très nets sur quelques points, n'ont, à mes yeux, ni la généralité, ni l'intensité qu'ils auraient dans un système isoclinal à plis multiples.

Le minerai de Kiruna forme de nombreuses veinules et colonnes dans les trachytes de son mur ; au lieu qu'on le trouve, dans les rhyolites du toit, à l'état de débris, visiblement arrachés au gîte. Ce minerai s'est donc formé dans l'intervalle de temps qui a séparé la fin de l'éruption trachytique du commencement de l'éruption rhyolitique. Deux ou trois filons de trachyte pénètrent dans le gîte, et l'un d'eux le traverse complètement ; mais ces filons recoupent aussi les coulées du mur. Ce sont des montées tardives d'un résidu de lave trachytique, montées postérieures à la formation du minerai et qui ne sont probablement pas parvenues jusqu'au jour.

Disons encore que, dans le minerai, l'apatite est certainement primaire. Dans certains mélanges, elle paraît s'être consolidée avant la magnétite ; le plus souvent, les deux espèces minérales semblent avoir cristallisé simultanément. L'apatite, seule ou associée à la magnétite et à la *tourmaline*, forme aussi de nombreux filons, plus ou moins épais, d'allure très capricieuse, qui coupent les coulées de trachyte ou de rhyolite. Enfin, la magnétite, en dehors des grands gîtes qui ressemblent à des coulées, et en dehors des colonnes et veines qui traversent le mur des grands gîtes et confluent avec ces gîtes, forme des veines irrégulières dans les rhyolites du toit et dans une région peu étendue de la montagne de Kiruna. Ces veines irrégulières sont les *schlieren* de M. P. Geijer : elles ne paraissent pas se rattacher *directement* au minerai du gisement principal.

Telles sont les données essentielles : *volcanicité* incontestable de l'ensemble ; arrivée de la presque totalité du minerai et de la plus grande partie de l'apatite dans l'espace de temps compris entre les éruptions trachytiques et les éruptions rhyolitiques ;

phénomènes pneumatolytiques importants, manifestés par la présence de la tourmaline dans de nombreuses veines ou veinules, et par la production, dans les trachytes, de la hornblende et du sphène secondaires.

Cela étant, on ne peut raisonnablement songer, pour expliquer l'origine des grands gîtes, qu'à deux théories : l'une, *pneumatolytique*; l'autre, *magmatique*. La première, énoncée d'abord par M. Bäckström, a été développée, précisée et enrichie par M. de Launay¹. La deuxième, indiquée pour la première fois par M. Högbom, vient d'être longuement discutée par M. P. Geijer²; et c'est elle, en fin de compte, qui a la préférence de ce jeune géologue, le meilleur connaisseur, en ce moment, de la géologie de Kiruna. Inutile de dire qu'aucune des deux théories ne va sans de grandes difficultés : « il faut bien admettre, a dit M. de Launay, que, de toutes façons, la cristallisation d'une boule de deux milliards de tonnes de magnétite entre deux porphyres a constitué quelque chose d'exceptionnel. »

La théorie pneumatolytique, c'est l'arrivée, entre les deux séries d'éruptions que l'on suppose sous-marines, d'émanations de chlorure de fer qui, réagissant sur l'eau de mer, donnent un dépôt d'hématite. Cette hématite se transformera plus tard en magnétite, par métamorphisme, lorsqu'elle sera recouverte d'un manteau de laves. Peut-être aussi les émanations étaient-elles sulfurées, le sulfure de fer s'oxydant ensuite.

La théorie magmatique, c'est la formation, en profondeur, dans le réservoir d'où viennent les laves, d'une énorme masse de magnétite phosphoreuse fondue³, cette formation se faisant par différenciation et laissant comme résidu un magma plus acide et moins ferreux, qui fournira plus tard les coulées rhyolitiques. A un certain moment, la magnétite phosphoreuse fondue s'est épanchée, et cette étrange lave a recouvert les coulées trachytiques antérieures. Quand elle a eu fini de s'épancher, et quand la surface supérieure du gâteau ferrugineux a été durcie, les rhyolites ont coulé à leur tour.

Pour mon compte, c'est à cette dernière théorie que je me rallie, ne me dissimulant pas, d'ailleurs, que le choix entre les deux est un peu affaire de sentiment. Outre que l'hypothèse magmatique et volcanique rend compte, assez bien, de l'ensemble des phénomènes, elle explique mieux que l'autre les détails pétro-

1. L. DE LAUNAY. *Loc. cit.*, p. 89.

2. P. GEIJER. *Loc. cit.*, p. 253 et suiv.

3. La magnétite fond à 1270°, d'après M. A. Brun, de Genève.

graphiques de la structure du minéral. Comme le dit M. P. Geijer, les minerais que l'on trouve dans le gîte existent aussi, à l'état primaire, dans les roches volcaniques de la région ; la structure du minéral est, quand il n'est pas tout à fait massif, une structure de lave, trachytoïde et fluidale, avec des formes squelettiques de la magnétite et une distribution ophitique de l'augite ; enfin, les veines et *schlieren* de magnétite, que l'on observe dans les laves de la région et dont l'origine magmatique n'est pas douteuse, renferment un minéral identique à telle ou telle variété du minéral des gîtes¹.

GELLIVARE². — Les gisements de Gellivare sont multiples, mais tous dans les mêmes conditions géologiques. Ce sont des amas de magnétite et d'apatite, de forme lenticulaire, interstratifiés dans des gneiss. A la magnétite s'associe parfois un peu d'oligiste. L'apatite ne manque jamais. La teneur en phosphore du minéral exploité va jusqu'à 5 ‰. Le minéral est souvent très friable.

La plupart des gneiss sont de couleur rose et ont la *composition d'une syénite* qui renfermerait très peu de hornblende. D'autres sont des leptynites à peu près dépourvues de micas ; d'autres renferment de la sillimanite ; d'autres enfin, appelés *métabasites*, sont très chargés de biotite. Au contact du minéral et des gneiss, il y a souvent des roches complexes, d'aspect chaotique, bréchiformes, où se mêlent, sans ordre, la hornblende, la biotite, l'orthose rose, le pyroxène vert sombre, l'apatite et la magnétite, plus rarement encore la calcite et le quartz. Ces roches bigarrées et bizarres sont le *skarn* des mineurs suédois.

Des filons d'aplite et de pegmatite roses recoupent le tout, même le minéral, ou s'insinuent dans les bancs et s'interstratifient. Il y a aussi, recoupant le tout ou s'interstratifiant, des *métabasites*, roches micacées, schisteuses, facilement décomposables.

La structure gneissique est souvent à peine indiquée dans les roches qui encaissent les gîtes, et l'on croirait voir, parfois, des syénites ou des granites homogènes. Mais, en grand, l'allure stratiforme n'est pas douteuse. Le pendage varie de 20 à 80 degrés ; il varie même sur la même ligne de plus grande pente. Les bancs sont onduleux, dans tous les sens, avec de nombreux glissoirs, mais sans crochons ni zigzags.

Si Gellivare existait seul, et si Kiruna ne se trouvait pas à une si faible distance, je crois qu'aucun géologue n'éprouverait la moindre hésitation à attribuer aux amas de Gellivare une origine

1. P. GEIJER. *Loc. cit.*, p. 260.

2. A. G. HÖGBOM. The Gellivare iron mountain. *Livret-guide du XI^e Congrès géol. internat.*, n° 4, Stockholm, 1910.

magmatique profonde et une consolidation abyssique. Il n'y aurait même aucune difficulté, et toutes les particularités des gîtes gellivariens seraient aisément expliquées. Dans un magma fondu, le minerai phosphoreux s'isole sous forme de vastes paquets flottants, horizontaux, paquets dans lesquels, et surtout sur le bord desquels, il y a beaucoup de minéraux magnésiens. Au-dessus et au-dessous, et tout autour, le magma purifié et devenu syénitique en moyenne, cristallise ; mais cette cristallisation, au lieu d'être dépourvue d'orientation, se fait par zones orientées, c'est-à-dire *gneissiquement*, parce qu'il y a déjà, dans le banc qui cristallise, trop d'éléments solides, trop de paquets et de *schlieren* et qu'alors la pression n'est plus la même dans tous les sens, mais bien maxima suivant la verticale. Puis l'ensemble gneissique est disloqué, et dans les fractures cristallisent des résidus du bain liquide, tandis que, sur les bords disloqués et broyés des amas de magnétite, ces mêmes résidus alcalins et acides du magma apportent le ciment des brèches, le ciment du *skarn*.

Mais il y a Kiruna ; il y a ce fait que les minerais, à Kiruna, à Gellivare, et dans plusieurs petits gîtes intermédiaires, sont, sinon absolument identiques, au moins très analogues ; il y a cet autre fait que, de Gellivare à Kiruna, on marche sur le même sol syénitique ou granitique, gneissique ici, plus loin d'apparence massive, plus loin encore de nature lavique. Après avoir vu Kiruna, je crois que personne de nous n'a douté de *l'identité d'origine* des gîtes de Kiruna et de Gellivare. En tout cas, je suis, quant à moi, très convaincu de cette identité. Il faut donc abandonner la théorie précédente, et voici comment je conçois la formation des amas de Gellivare.

Chacun de ces amas résulte de l'épanchement au jour d'une masse de magnétite phosphoreuse fondue, formée par différenciation profonde dans un magma syénitique. Ces épanchements ferrugineux ont interrompu, ici comme à Kiruna, les éruptions trachytiques provenant de ce magma, et les éruptions, trachytiques ou rhyolitiques, ont recommencé après la consolidation des gâteaux de magnétite. Mais, tandis qu'à Kiruna les roches, restées près de la surface, gardaient leur apparence lavique, les roches de Gellivare, plus profondément enfoncées, et traversées par une colonne filtrante de vapeurs siliceuses et alcalines, ont été, à une époque inconnue, *partiellement refondues* et transformées en gneiss. Comme la refusion n'était que partielle, les paquets restés solides et en particulier les amas de magnétite se sont parfois brisés et disloqués, surtout sur leurs bords : et les cristallisations ultérieures de quartz et d'orthose, ou encore de plagioclase et de

biotite, ont bouché peu à peu ces cassures et recimenté ces débris. Longtemps après, quand tout était de nouveau redevenu solide, les mouvements orogéniques calédoniens ont redressé les assises.

Telles sont les plus vivaces et les plus profondes des impressions géologiques que j'ai rapportées de notre voyage en Norrland. Je regrette de ne pouvoir parler ici des autres impressions que j'ai eues et qui, pour n'être pas géologiques; n'ont été, chez moi, ni moins intenses, ni moins durables. Le charme du pays, la beauté du ciel, la mélancolie des nuits claires, l'amabilité et la science de nos guides, l'extraordinaire cordialité qui n'a cessé de régner entre tous les membres de la caravane, bien d'autres choses encore, ont fait de ces trois semaines, pour chacun des membres de l'Excursion A₂, une de ces phases particulièrement blanches de la vie, qui éclairent longtemps, derrière nous, le passé gris ou sombre.

M. L. Carez présente les observations suivantes :

Je n'ai pas pris part à l'excursion qui avait pour but spécial l'étude des phénomènes de recouvrement de la Suède, mais bien à celle du Spitzberg. Néanmoins, à l'aller, nous nous sommes arrêtés au Torne-träsk et au retour à Åre, c'est-à-dire aux deux points principaux qui ont fait l'objet de la communication si claire et si intéressante de M. Termier. Et malgré le peu de temps que nous avons pu consacrer à l'étude de ces deux points, je n'hésite pas à dire que tout ce que j'ai vu milite en faveur de l'existence du recouvrement que vient de décrire M. Termier et que j'adhère absolument aux décisions de notre savant confrère.

Pour M. Bigot, la communication de M. Termier a résumé très exactement l'impression que les géologues de l'excursion A² ont rapportée sur les charriages de la chaîne scandinave.

Cependant il ne paraît pas démontré que l'ensemble des *Köli schists* représente un faciès particulier du Silurien. Il y a en effet, dans cette série des Köli schists, des lambeaux de Silurien fossilifère, mais ces lambeaux peuvent être seulement des coins pincés dans une série métamorphique plus ancienne. Dans ce cas, la nappe des Köli schists n'aurait pas une structure aussi simple que celle qui a été admise.

M. Termier a fait très justement observer qu'il était impossible, dans la recherche des conditions de formation des grands gisements de fer de Laponie, de séparer Gellivare de Kiirunavaara.

A Gellivare, la présence de gneiss à amphibole, de gneiss à magnétite, la disposition de l'apatite en lits qu'on observe parfois, font d'abord penser à un ensemble sédimentaire fortement métamorphique, d'autant plus que les recherches de M. Cayeux ont fait connaître l'origine incontestablement sédimentaire d'un minerai de fer analogue dans le Dévonien métamorphique de Flamanville.

La relation du gîte de Kiirunavaara-Luossavara avec des roches vacuolaires et des conglomérats rhyolithiques, qui a été rappelée par M. Termier, rend cette interprétation très discutable, et l'origine de ce minerai ne paraît pas avoir reçu d'explication définitive.



Séance du 5 décembre 1910

PRÉSIDENCE DE M. M. COSSMANN, VICE-PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Les Secrétaires signalent les dons reçus pour la Bibliothèque.

M. A. Guébard dépose sur le bureau, et met à la disposition des membres de la Société, un certain nombre d'exemplaires du *Projet de Loi relatif aux Fouilles intéressant l'Archéologie et la Paléontologie*, présenté à la Chambre des Députés le 25 octobre 1910 et imprimé par les soins de la *Société Préhistorique*, afin que les intéressés en eussent connaissance.

M. Guébard donne lecture de ce texte et espère, d'après le mouvement unanime d'émotion qu'il provoque, que la *Société géologique* n'hésitera pas, à l'exemple de la *Société Préhistorique française*, de la *Société d'Anthropologie de Paris*, de la *Société française des Fouilles Archéologiques*, de la *Société Polymathique du Morbihan*, etc. à protester par un vœu contre la menace d'ingérences administratives qui frapperaient en ses œuvres vives la Géologie comme la Préhistoire, sous le prétexte de patriotiques sauvetages, que pourrait opérer tout aussi bien une très simple adjonction, visant les étrangers, à l'art. 14 de la loi existante sur les fouilles, du 30 mai 1887.

M. Paul Combes fils offre au nom de M. Georges Negre et au sien une brochure intitulée : « Les courants telluriques et les couches géologiques (Essais sur le magnétisme terrestre). »

Cette étude est l'exposé des premiers résultats que les auteurs ont obtenus en se servant du galvanomètre pour la recherche et l'étude des failles, des dislocations du sol ou des filons. Ces expériences leur ont permis de suivre d'une façon rigoureuse les filons quartzeux encaissés dans des schistes du Silurien inférieur de la région de La Fregenedá, frontière hispano-portugaise (quartz renfermant de la chalcopyrite).

Les auteurs pensent que l'action des courants telluriques sur le galvanomètre est très accusée si les couches de terrains sont de même nature, de même continuité ; elles ont le même pouvoir conducteur pour l'électricité à basse tension.

M. F. Canu offre un tirage à part de l'ouvrage dont il est l'auteur : « Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris », paru dans les *Annales de Paléontologie* (tomes II à V ; 164 p., 17 pl.).

M. Léon Bertrand offre, de la part de M. O. Mengel, diverses brochures relatives à la géologie de la partie orientale des Pyrénées, tant du versant français que de la région espagnole adjacente, intitulées : 1° « Feuille de Prades » (*Bull. Carte géol. Fr.*, n° 122, 7 p.). — 2° « Feuille de Prades (I. Sud de la feuille et région espagnole adjacente ; II. Discussion sur l'âge des calcaires des Albères et du Canigou) » (*Id.*, n° 126, 14 p.). — 3° « Sur l'âge des calcaires primaires des Pyrénées-Orientales » (*CR. Ac. Sc.*, 29 mars 1909). — 4° « Sur la tectonique du revers méridional des Massifs du Canigou et du Puigmal » (*id.*, 17 mai 1909). — 5° « Stratigraphie et tectonique de l'îlot primaire de la Guardia, entre le Sègre et la Noguera Pallaresa » (*id.*, 7 nov. 1910).

Dans cette dernière note, l'auteur énumère diverses anomalies de cet îlot primaire, qui s'expliquent assez facilement si l'on considère celui-ci comme un témoin d'une nappe ondulée, entraînée vers le Nord par une poussée venue du Sud, par-dessus du Trias morcelé par une faille transversale. Il a cru reconnaître deux témoins de la racine de cette nappe, au SW. et au SE., ainsi qu'un lambeau de la couverture secondaire des couches primaires charriées, formant charnière sur son bord septentrional.

Dans deux autres notes du même auteur : 6° « Monographie des « terratremols » de la Région catalane » (*Bull. Soc. Ramond*, 1^{er} semestre 1909, 21 p.) et 7° « Du mode de répercussion en Roussillon du tremblement de terre de Provence du 11 juin 1909 » (*Annuaire Soc. météorologique de France*, juillet 1909), se trouvent d'importants renseignements sur la sismicité de l'extrémité orientale de la chaîne pyrénéenne.

La seconde de ces deux notes renferme une carte très instructive des relations des courbes isosistes et de l'ancien rivage du golfe pliocène du Roussillon ; ces courbes présentent des indentations très marquées qui pénètrent profondément dans les vallées de la Têt et de l'Agly, où se montre une pénétration correspondante des alluvions pliocènes.

M. Lauby offre l'ouvrage qu'il a publié comme thèse sous le titre de « Recherches paléophytologiques dans le Massif central ».

L'auteur s'est appliqué dans ces recherches à établir avec soin la chronologie relative au dépôt fossilifère et pour cela il a fait avec détails la stratigraphie des vallées des massifs éruptifs du Mont Dore, du Cezallier, du Cantal et de l'Aubrac.

Cette méthode de recherche lui a permis de découvrir un très grand nombre de gisements nouveaux; l'examen comparatif de leur flore tant phanérogamique que cryptogamique lui a permis de ramener ces gisements à un petit nombre de formations et de fixer d'accord avec la stratigraphie la chronologie de celles-ci.

L'auteur a pu fixer ainsi l'âge des premières manifestations des volcans de l'Aubrac et de la Banue d'Ordanche au Mont Dore; il a démontré en outre que diverses formations lacustres anciennes (argiles noires et brunes, argiles ligniteuses) d'origine jusqu'ici inexplicquée dans le Massif central étaient de véritables saprocolles analogues à ceux de la baie de Stettin.

M. J. Cottreau offre au nom de l'auteur **M. M. Filliozat** deux notes sur « la Craie de Blois » (*CR. Ac. Sc.*, 17 mai 1910, 2 p.) et « Découverte en France du niveau à *Uintacrinus* » (*AFAS*, Toulouse, 1910).

M. P. Lemoine offre les deux notes suivantes : « Sur les résultats d'un sondage profond à l'Hôtel des Grandes-Dalles (Seine-Inférieure) » et « Sur les fossiles de la vallée de l'Oued Azaouah (Soudan) envoyé par le colonel Laperrine » (*B. Muséum H. N.*, 1910, n° 4, p. 225 et 231).

M. Stuart-Menteath adresse une note : « Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales (4^e partie, *Biarritz-Association*, 1910), ainsi que le portrait d'un de ses plus anciens membres.

Le Secrétaire offre au nom de **M. Charles Passerat** un exemplaire de sa thèse pour le Doctorat ès lettres intitulée : « Les Plaines du Poitou », 238 p., 8^o carré, Delagrave, 1910.

M. Louis Gentil expose brièvement à la Société les principaux résultats de la mission qu'il vient d'effectuer au Maroc (été 1910). Il insiste plus particulièrement, dès cette séance, sur ses recherches dans la *Basse Mlouya* (Maroc oriental). Il désigne ainsi la partie inférieure du cours du fleuve qui, descendu des hautes crêtes du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas se jette dans la Méditerranée non loin du cap de l'Eau dans la zone-frontière algéro-marocaine.

Après avoir quitté les plaines tertiaires de la moyenne Mlouya ce cours d'eau traverse la chaîne continue des Beni Snassen et des Beni Bou Yahi pour se développer en méandres divagants dans les dépôts néogènes des plaines des Trifa et de Sebra entre le massif littoral algérien des Msirda et celui des Kibdana, soumis à l'influence espagnole.

A ce sujet, l'auteur donne un aperçu de la disposition des chaînes dans le Maroc oriental.

A la suite de ses récentes recherches il est conduit à admettre que le *Moyen-Atlas ne prend pas naissance au Maroc ainsi que les cartes le laissaient supposer mais qu'il résulte d'une inflexion vers le Sud-Ouest, de la chaîne plissée du Tell algérien.*

Il a, en effet, constaté la continuité des plis des Beni Snassen et des Beni Bou Yahi, et la courbure vers le SSW. de l'axe de ces plis. Le massif des Kibdana sur la structure duquel il a récemment appelé l'attention¹ fait partie de cet ensemble et a la même constitution, avec nappe de Lias charriée vers le Sud, que la chaîne littorale située à l'Est de la frontière. Si donc on essaie de se faire une idée d'ensemble sur les chaînes nord-africaines on est amené à considérer, après la virgation des plis alpins de l'Atlas dans l'Est-constantinois, *une chaîne tellienne ou littorale, très plissée, qui se poursuit au Maroc par le Moyen-Atlas et une chaîne saharienne à structure très simple qui se continue par l'Extrême-Sud oranais dans le Haut-Atlas marocain, qui donnerait naissance plus loin, par une nouvelle virgation de ses plis, au djebel Siroua, à l'Anti-Atlas.*

La chaîne tellienne et la chaîne saharienne sont séparées par une *région tabulaire du Jurassique* dans les Hauts-Plateaux et les Hautes plaines du Sud-algérien et du Sud-oranais.

Quant au Rif il ne ferait pas partie de l'Atlas.

Ainsi que M. Gentil l'a fait pressentir dans ses publications antérieures, le cours de la Mlouya, dans les gorges qu'il traverse, correspond à une dépression synclinale de la chaîne : les calcaires et les marnes du Jurassique supérieur des Beni Snassen s'enfoncent pour se relever de l'autre côté du fleuve dans les Beni Bou Yahi. Cette disposition est très nette à Mechra el Mleh, à la sortie des gorges ; tandis que, du côté amont, la Mlouya pénètre dans la dépression synclinale du Jurassique à la faveur de failles qui ont préparé le creusement des gorges et ont ainsi imprimé au cours d'eau la direction actuelle.

Il résulte de cette disposition que les eaux pluviales reçoivent

1. *CR. Ac. Sc.*, 31 oct. 1910, CLI, p. 781-785.

sur les deux flancs de la vallée par les calcaires et les grès jurassiques perméables, se réunissent en profondeur en plusieurs nappes situées sous le fleuve et que les gorges de la Mlouya doivent recouper les niveaux d'eau en plusieurs points ; si bien que, en déduisant les apports assez faibles de l'oued Kseb, seul cours d'eau reçu par le fleuve dans cette région montagneuse, la Mlouya doit offrir un débit beaucoup plus considérable à la sortie qu'à l'entrée de ses gorges.

SUR DE NOUVEAUX AFFLEUREMENTS DU CARBONIFÈRE EN ATTIQUE

PAR **Carl Renz.**

L'auteur a annoncé le premier l'existence du Carbonifère en Attique.

Des gisements supracarbonifères se présentent sur la pente méridionale du mont Beletsi près de la chapelle Hagia Triada et s'étendent de ce point vers Hagios Merkurios et vers le flanc oriental du Beletsi. Des couches supracarbonifères ultérieures contournent la crête du Parnes sous forme d'une zone schisteuse surmontée par les calcaires triasiques à *Diplopores* de la cime. Des gisements analogues s'observent aussi sur les flancs du Parnes au-dessus de Tatoi et de Warybopi.

Les récentes recherches de l'auteur signalent de nouveaux affleurements carbonifères : 1° Dans la zone schisteuse du monastère Hagia Triada ; 2° Près de Keramidi ; 3° Près de la chapelle Zoodochos Pigi ; 4° Dans les environs de Kapandriti et Mazi.

Partout le Supracarbonifère se compose de schistes noirs et gris et de grauwackes vert-grisâtre avec des lentilles de calcaires noirs. Ce même calcaire contient souvent des tiges de Crinoïdes, des Coraux et des Foraminifères, des *Fusulines* et *Schwagerines* (*Schwagerina princeps* Ehr.).

Des calcaires noirs à *Fusulina* et à *Schwagerina* se rencontrent ainsi à Gurisi, au Nord-Ouest de Kapandriti et à l'WSW. de Hagios Athanasios, à l'Ouest du monastère Hagia Triada (route Menidi-Kantalidi), dans la partie supérieure de la jatte de Keramidi, entre la source Keramidi et la chapelle Zoodochos Pigi, ainsi qu'à l'Ouest et à l'WNW. de cette dernière chapelle. Les schistes et les grauwackes avec leurs intercalations de calcaire à *Fusulina*, *Schwagerina* et *Fusulinella* forment le soubassement

d'un recouvrement puissant en discordance de calcaires triasiques blanc-grisâtre à *Diplopores*. Entre ces deux sédiments se montre en divers points aussi le Triasique inférieur.

Le Dyas, que l'auteur a trouvé dans l'île d'Hydra sous forme de calcaires noirs à *Lyttonia*, est représenté vraisemblablement en Attique par des calcaires noirs à *Fusulinella*, qui occupent un niveau un peu plus haut, que les lentilles à *Fusulina*.

NOUVELLES RECHERCHES GÉOLOGIQUES EN GRÈCE

PAR **Carl Renz**.

L'auteur vient de compléter ses recherches en Acarnanie. Il a réussi à constater l'extension remarquable du Trias supérieur dans cette région.

Le Trias supérieur se compose en Acarnanie (Xeromeros) de calcaires blancs à *Gyroporelles*, qui rappellent les calcaires correspondants des Alpes orientales (Dachsteinkalke). Le même faciès calcarifère monte en Grèce jusqu'au Lias moyen.

En Acarnanie les cimes les plus hautes, Bumisto (1 581 m.) et Hypsili Koryphi (1 590 m.), sont formées par des calcaires à *Gyroporelles*. Cette formation s'étend du Bumisto jusqu'au cap Turko Viglia. Au Sud du sommet Bumisto un pli synclinal est abaissé dans ce calcaire. Dans le noyau synclinal l'auteur a pu constater de nombreux affleurements fossilifères du Toarcien et du Dogger.

Le Toarcien consiste en calcaires argileux de structure noduleuse et en marnes de couleur rouge ou jaunâtre. La faune d'Ammonites recueillie dans ces couches contient entre autres, d'après les déterminations de l'auteur les types très fréquents suivants :

<i>Hildoceras bifrons</i> BRUG. ;	<i>Cœloceras annulatum</i> SOW. ;
<i>Hildoceras Levisoni</i> SIMPS. ;	<i>Coeloceras subarmatum</i> YOUNG et
<i>Hildoceras Mercati</i> HAUER ;	BIRD ;
<i>Hildoceras comense</i> BUCH. ;	<i>Coeloceras commune</i> SOW. ;
<i>Hildoceras erbaense</i> HAUER ;	<i>Coeloceras crassum</i> PHILL. ;
<i>Hildoceras quadratum</i> HAUG. ;	<i>Coeloceras Desplacei</i> D'ORB. ;
<i>Hildoceras serpentinum</i> REIN. ;	<i>Phylloceras Nilssoni</i> HÉBERT ;
<i>Hildoceras Lilli</i> HAUER ;	<i>Phylloceras Borni</i> PRINZ. ;
<i>Harpoceras discoides</i> ZIETEN ;	<i>Phylloceras heterophyllum</i> SOW. ;
<i>Harpoceras radians</i> REIN. ;	<i>Lytoceras cornucopiæ</i> YOUNG et
<i>Harpoceras subplanatum</i> OPPEL ;	BIRD ;
<i>Haugia variabilis</i> D'ORB. ;	<i>Posidonia Bronni</i> VOLTZ.
<i>Hammatoceras insigne</i> SCHUB. ;	

Les calcaires noduleux rouges sont surmontés par des calcaires gris de même structure, également ammonitifères. Il s'agit de la faune des zones à *Harpoceras opalinum* et *H. Murchisonæ* déjà citée dans les communications antérieures de l'auteur.

Sur ces couches reposent des calcaires lités de couleur grise et au-dessus des plaques de silex gris (relativement jaunes) à *Aptychus* ou à *Posidonies* (*Posidonia alpina* GRAS, *Posidonia Buchi* ROEMER et *Posidonia Parkinsoni* QUENST.).

Ces gisements du Toarcien et du Dogger sont traversés par les routes suivantes : 1. Zavista-Komboti ; 2. Zavista-Katuna ; 3. Zavista-Aetos (deux routes différentes) ; 4. Zavista-Vlizana ; 5. Zavista-Vasilopulon. Ces gisements contournent donc le village de Zavista.

Sur les bords longitudinaux du pli synclinal déjà mentionné affleurent des calcaires plus anciens identiques à ceux du Bumisto.

Au toit occidental de ces calcaires blancs, situés vers l'Ouest de ce pli synclinal, se présentent de nouveau le Toarcien et le Dogger. Cette bande du Toarcien et du Dogger commence au littoral situé vis-à-vis de la pointe nord de l'île de Kastos et peut être suivie à travers la selle au Sud de Kastriza (Kastri) jusqu'au Sud-Ouest de Zavista. On remarque la suite des mêmes gîtes sur le flanc sud-ouest du massif du Bumisto.

La coupe au Sud de Kastriza comprend de bas en haut les termes suivants :

- 1° Des calcaires blancs-jaunâtres du Charmouthien ;
- 2° Des calcaires gris ou rouges finement stratifiés, par rapport aux schistes calcarifères rouges à *Posidonia Bronni* VOLTZ ;
- 3° Des calcaires argileux rouges ou gris de structure noduleuse et marno-calcaires rouges contenant la faune d'Ammonites toarciennes déjà indiquée plus haut ;
- 4° Des calcaires gris de même structure, mais en bancs plus minces alternant avec des calcaires gris en plaquettes, devenant plus épais vers le haut ;
- 5° Un complexe de plaques de silex à *Posidonies* (*Posidonia alpina* et *Posidonia Buchi*).
- 6° Des calcaires lités, blancs-grisâtres, alternant vers le haut avec des assises de silex (Viglaeskalk).

Sous le bord oriental de la zone de Flysch Astakos-Vlizana paraît de nouveau toute la série des sédiments, décrite plus haut, jusqu'au Triasique supérieur.

La cime du Hypsili Koryphi consiste également en calcaires blancs à *Gyroporelles*. Le flanc méridional de ce pli anticlinal est formé par des couches en superposition régulière.

Au col situé au Sud du sommet et nommé Sella, les calcaires blancs sont surmontés en concordance par des calcaires lités et des schistes calcarifères de couleur gris-jaunâtre contenant des empreintes d'Ammonites comme *Amalteus spinatus* BRUG. Ces gîtes passent aux schistes jaunes et aux silex noirs à *Posidonia Bronni* VOLTZ. Vers le haut, des bancs de calcaire intercalés sont prépondérants et séparent les assises à *Posidonia Bronni* des silex à *Posidonia alpina* et *P. Buchi*. Les derniers montrent l'aspect ordinaire des couches siliceuses du Dogger hellénique. Le Toarcien présente donc ici le même développement que près du mont Kurkuli dans l'île de Corfou.

Les silex à *Posidonies* du Dogger sont recouverts par un complexe de calcaires en plaquettes, alternant avec des silex (Viglaeskalke). Ce développement prend la même position stratigraphique dans toute la Grèce occidentale (y compris les Iles ioniennes) et en Épire.

Au-dessus viennent aussi au Sud du Hypsili Koryphi et de Sella, des calcaires à *Rudistes*, des calcaires à *Nummulites* et le Flysch.

Le col entre Komboti et Varnakas est formé par le Flysch, affaissé vers les calcaires supratriasiques du Bumisto, qui recouvrent probablement aussi le Flysch.

Les calcaires à *Nummulites* s'étendent au delà jusqu'à Achira et Vustri.

Au Nord du massif du Hypsili Koryphi affleurent les formations mésozoïques plus jeunes (Viglaeskalke et Rudistenkalke) du mont Bergandi, séparées par une faille des calcaires supratriasiques. Sur la crête aplatie du Bergandi se rencontrent des calcaires à *Hippurites* et autres *Rudistes*.

Sur la pente escarpée occidentale de la crête du Bergandi apparaissent comme soubassement régulier des calcaires en plaquettes et des silex en alternance, des plaques de silex à *Posidonies* du Dogger et le Toarcien sous forme de calcaires rouges, noduleux, ammonitifères. Il en est de même dans la région au Sud de Monastirakion, c'est-à-dire sur le flanc nord du Bergandi.

A l'Est des hautes montagnes du Bergandi, du Hypsili Koryphi et du Bumisto et à l'Est de la ligne Chrysowitza-Gardi se trouvent des sédiments plus jeunes de Néogène et des brèches et des décombres quaternaires, à travers lesquels pointent des roches plus anciennes.

Les schistes et les silex à *Posidonies* du Lias et du Dogger ont été rencontrés par exemple près de Mixafendi, au Nord de

Vustri et au Sud-Est de ce village (route Vustri-Katuna). Un lambeau des mêmes couches a été constaté près de Hagios Persevos à l'Est de Komboti (route Komboti-Katuna).

Des débris de silex à *Posidonies* s'observent de même près de Walta dans le bassin d'affaissement de Aetos, qui est entouré de calcaires supratriasiques (Dachsteinkalke).

En déterminant les calcaires à *Gyroporelles* l'auteur a montré la présence du Triasique supérieur en Acarnanie occidentale (Xeromeros).

L'auteur a signalé aussi les mêmes calcaires en Épire et dans les Iles ioniennes (Corfou, Leukas, Ithaque, Céphalonie, Atokos, Arkudi). Des calcaires semblables se trouvent en outre vers l'Est dans les hautes montagnes centrales, où M. Carl Renz a indiqué récemment des calcaires supratriasiques à Coraux et à Gyroporelles dans le massif du Parnasse. L'auteur vient de constater la présence des calcaires identiques dans la région des montagnes Katavothra et sur la crête et la cime Vardussia. Les calcaires supratriasiques sont placés ici dans le noyau du pli anticlinal du Vardussia (Korax), dont les flancs inclinés très fortement comprennent des formations mésozoïques plus jeunes (entre autres des calcaires à *Rudistes*) et du Flysch.

Des calcaires gris à *Mégalodontes* sont aussi bien développés dans les monts Katavothra (route Mavrolithari-H. Triada).

Les calcaires blancs à *Gyroporelles* se trouvent aussi dans le Péloponèse central et forment la base des « Tripolitzakalke » de Philippon, par exemple près de Alepochori et entre les Chan Kokkinorisa et Bakuri (route Tripolitza-Sparta). Ces calcaires se présentent là accompagnant des dolomies. Le complexe très répandu des « calcaires de Tripolitza » appartient donc partiellement au Triasique.

RECHERCHES SUR LA MÉTALLOGÉNIE DES BLENDES ET DES MINÉRAUX QUI EN DÉRIVENT

PAR **L. De Launay** et **G. Urbain**.

La méthode spectrographique décrite par l'un de nous permet de reconnaître rapidement tous les métaux entrant, même à l'état de traces, dans la composition d'un minerai. Elle trouve donc son application toute naturelle en métallogénie pour chercher les lois qui ont pu présider aux groupements des métaux dans leurs gisements géologiques, soit que les sels de ces métaux aient cristallisé côte à côte, soit qu'ils se soient associés dans une même phase. Nous avons essayé cette étude dans le cas des blendes en examinant, non pas des échantillons particulièrement bien cristallisés et nets, ou même scrupuleusement triés tels que ceux envisagés par les minéralogistes, mais une centaine de blendes quelconques prises dans les conditions communes et industrielles de leurs gisements. Ces blendes, comme on va le voir, renferment toutes, en dehors du sulfure de zinc plus ou moins ferrique ou cadmique généralement décrit en minéralogie, des traces abondantes de très nombreux métaux. Ceux-ci, qui ont pu jouer un rôle dans la cristallisation comme dans les propriétés diverses des blendes, représentent, au même titre que les inclusions liquides ou solides des cristaux, le milieu originel dans lequel ces blendes se sont déposées et peuvent, dès lors, nous éclairer sur les conditions de ce dépôt, ainsi que sur les modifications ultérieurement subies par les cristaux. Quand on cherche à reconstituer par ce moyen la métallogénie des blendes, on s'aperçoit aussitôt que plusieurs composantes distinctes ont dû intervenir simultanément ou successivement, et que l'effet résultant, constaté par nos analyses, est, par conséquent, le produit de causes complexes. Ces influences diverses, qu'il y aura lieu de chercher à démêler, sont surtout les suivantes :

1° Il est évident que la composition primitive du milieu de cristallisation est le facteur fondamental. Suivant les points et suivant les gisements, tels ou tels métaux ont pu intervenir, en proportion elle-même variable. La présence de ces métaux doit être liée, tant à la composition locale du bain de fusion dont ils émanent qu'à la nature et à la température des fumerolles par lesquelles ces métaux ont dû surtout acquérir leur mobilité. Sans

insister sur bien d'autres questions qu'on pourrait se poser à ce propos, nous nous sommes demandé si la profondeur de cristallisation dans l'écorce terrestre, entraînant une proximité plus ou moins grande du magma igné primitif et sans doute une température différente des fumerolles, ne se traduisait pas par la composition des minerais propres à un ensemble de provinces métallogéniques ayant dû correspondre à des profondeurs de cristallisation diverses.

2° Une solution de divers sels métalliques étant donnée, les conditions dans lesquelles s'est opérée la cristallisation ont dû avoir aussi leur influence : lenteur de formation et pureté des cristaux, ou cristallisation rapide et confuse ; rapprochement des parois ; cristallisation par zones régulièrement concrétionnées, ou cristallisation en masse, etc.

3° Les minerais, une fois formés, ne sont pas restés, depuis le moment de leur dépôt primitif, tels qu'ils s'étaient constitués. On peut d'abord envisager, au moins théoriquement, la possibilité de transformations autonomes, produites par une évolution chimique des métaux, analogue à celle que l'on constate pour les corps franchement radio-actifs et mise en évidence par les périodes de temps colossales dont nous nous trouvons observer l'effet. On constate d'autre part, sans aucune hypothèse, l'effet capital de modifications ultérieures dues à l'action du milieu : actions ayant atteint à toute époque géologique leur paroxysme dans le voisinage de ce qui était alors la superficie, au-dessus de ce qui était alors le niveau hydrostatique, mais ayant pu se prolonger au-dessous de ce niveau par des actions plus lentes, plus profondes, d'un caractère différent parce que moins oxydantes, dont l'étude n'a guère été abordée jusqu'ici. Ces altérations peuvent se traduire, aussi bien par l'élimination de certains éléments devenus solubles et par leur concentration un peu plus loin, que par l'apport, l'introduction de substances nouvelles, empruntées aux terrains encaissants ou voisins.

Nous allons passer successivement en revue ces divers points de notre programme pour voir quel enseignement peut résulter des analyses effectuées dans le cas spécial de blends empruntées à des gisements différents.

I. *Composition du milieu primitif. Influence de la profondeur de cristallisation.* — Un certain nombre d'échantillons ont été choisis comme appartenant à des gisements caractéristiques de types métallogéniques différents, paraissant correspondre

notamment à des profondeurs de cristallisations diverses, à des rapports plus ou moins intimes avec les roches ignées ;

a) Imprégnations sulfurées liées à la recristallisation par retour en profondeur qui a produit la « gneissification » ; filons-couches intercalés dans les terrains à aspect archéen, témoignant : 1° d'une cristallisation primitive particulièrement profonde, en rapport relativement direct avec des magmas granitisants et 2° (ce dont nous aurons à nous souvenir dans un autre paragraphe) particulièrement ancienne.

Exemples : Ammeberg (Suède) ; Räfvala (Suède) ; Pitkäranta (Finlande) ; Sterzing (Tyrol) ; Saint-Christophe, près Breitenbrunn (Saxe) ; ce dernier plus discutable.

b) Filons de la chaîne hercynienne, d'âge probablement voisin du Carbonifère et correspondant à une profondeur de cristallisation moyenne.

Exemples : Vieille-Montagne (Belgique) ; Andreasberg (Harz).

3° Filons tertiaires, à cristallisation récente et peu profonde ; types divers d'Algérie, du Mexique, etc.

Dans l'ordre d'idées qui nous occupe en ce moment, nous considérons comme fort intéressante l'apparition presque constante de l'étain dans le premier groupe et du mercure dans le troisième : la réciproque n'étant vraie que très exceptionnellement. Pour Ammeberg, nous avons renouvelé l'expérience avec des blendes provenant de parties très différentes du gisement, ayant été recueillies dans des chantiers d'exploitation distincts à plusieurs années de distance. Sur les échantillons examinés, un seul à grain fin n'a pas montré d'étain. Notons aussi la présence simultanée du bismuth avec l'étain à Räfvala et l'apparition fréquente d'un peu de cuivre à Sterzing, Pitkäranta et Ammeberg. Le groupement minéralogique de l'étain, du bismuth et du cuivre est très fréquent dans des gisements où l'un ou l'autre de ces métaux domine, sans qu'il soit question du zinc ; il est curieux de le voir apparaître ici dans ces blendes de profondeur, qui, géologiquement, semblent avoir cristallisé sous l'influence très proche des magmas granulitiques auxquels est due la gneissification. Les funerolles stanno-cuprifères, liées à ces granulites, font ici leur apparition à titre subordonné.

Certaines blendes pyrénéennes, que nous assimilons au second groupe malgré leur âge sans doute tertiaire, présentent également des traces d'étain. Je citerai le cas du Suelza, sur le versant espagnol, où des filons très nettement concrétionnés, à fractures bien nettes, offrant un type déjà profond, analogue à celui des filons encaissés dans les massifs hercyniens, recourent le

granite et le Permien superposé. Ces filons contiennent surtout de la blende avec de la calcite et du quartz et peu de pyrite et de galène. Une blende de ce gisement examinée a montré des traces d'étain et de bismuth (trois raies de chacun), en même temps que du germanium en quantités relativement sensibles et un peu de gallium. Ces deux derniers corps, germanium et gallium, se retrouvent dans la blende pyrénéenne de Pierrefitte, où il y a association de magnétite. On sait également depuis longtemps que quelques blendes de Freiberg en Saxe renferment des microlithes de cassitérite. Dans l'un et l'autre cas, il semble que la relation d'origine des sulfures avec les roches mères dérivées des granites ne soit pas très lointaine.

A propos de l'association avec le groupe de l'étain qui vient d'être signalée, on peut examiner des blendes provenant de provinces métallogéniques toutes différentes, caractérisées par le développement du groupe en question : étain, bismuth, cuivre, auxquels s'associent d'ordinaire le tungstène, le molybdène, l'uranium, etc.

Tel est le cas du gisement tertiaire de Pulacayo, en Bolivie, dont l'un de nous a pu faire une étude particulièrement détaillée sur un très grand nombre d'échantillons. On sait que ce gisement d'âge tertiaire est caractérisé par la tétraédrite et la chalcopyrite argentifère avec blende, pyrite, galène, stibine et proportions notables d'étain et de bismuth. Ces deux derniers métaux dominant dans d'autres gisements de la même région et du même groupe métallogénique. Or on voit très bien, dans nos analyses, l'étain entraîner le bismuth et le cuivre le molybdène.

La blende avec pyrite de Duc-Bo (Annam) fait également partie d'un groupe métallogénique stannifère ; on trouve, dans cette blende même, l'étain très abondant associé avec le bismuth et le cuivre.

Nous citerons cependant, comme une anomalie, la blende provenant de la West-Section mine au Cornwall et cristallisée dans un filon exploité pour étain et cuivre, qui renferme bien du cuivre mais pas d'étain.

Avant d'abandonner les gisements de profondeur, nous y signalerons encore la présence presque constante de l'indium, notamment à Ammeberg.

Par opposition, les blendes tertiaires d'Algérie ne renferment jamais d'étain ni de bismuth, sauf une seule raie d'étain à Ain Barbar et à Sakamody. On y trouve, au contraire, les seules traces de mercure constatées dans toute la série des analyses : à

Gharbou, à Sakamody et à Guerrouma¹. L'antimoine, que nous n'avons pas rencontré une fois dans le groupe Ammeberg, est fréquent ici. L'examen des blendes seules confirme donc ce que montrait déjà l'étude des provinces métallogéniques. De même que, dans la province algérienne, nous avons côte à côte et passant de l'un à l'autre des filons de zinc, antimoine et mercure, ce même rapprochement se retrouve dans la cristallisation des filons individuels. La présence du mercure, que l'un de nous a souvent signalé comme le métal de dépôt superficiel par excellence, est particulièrement typique de ces filons, qualifiés en commençant de superficiels et de récents.

Tous ces faits, dont il ne faudrait cependant pas exagérer la rigueur, nous confirment dans l'idée qu'il existe, pour les minéralisations effectuées à une époque déterminée dans une région déterminée, un certain milieu métallique profond, caractéristique de cette région et de cette profondeur de cristallisation : milieu dont les éléments ont pu, sous des influences diverses à examiner plus tard, se disperser entre divers filons ou diverses parties d'un même filon, mais qui se traduit, en chaque point, au moins par des traces de ces substances. Ainsi ces filons, que l'on a souvent voulu considérer indépendamment les uns des autres comme correspondant à des groupements minéralogiques divers et à un métal exploitable différent, se montrent liés les uns aux autres par un rapport de constitution tout à fait intime.

Nous signalerons encore, dans le groupe algérien, la présence de quelques minerais particulièrement riches en germanium, tels que Guerrouma et Sakamody, Ain Chaouch et le Djebel Reças. Les blendes tertiaires de Pierrefitte dans les Pyrénées sont également riches en germanium comme en gallium. Le gallium se développe aux Picos de Europe et nous avons retrouvé une proportion sensible de germanium avec du gallium dans la blende tertiaire du Suelza (Pyrénées espagnoles). Dans le groupe ancien d'Ammeberg, ce germanium, sans faire absolument défaut, paraît beaucoup plus rare.

II. *Influence des conditions de cristallisation.* — Il résulte nettement de nos observations que les cristallisations lentes et les cristallisations confuses se différencient par la nature des métaux secondaires entraînés. Le cadmium va dans les beaux cristaux de blende pure, l'indium dans les mélanges confus à grain fin

1. Le mercure, accompagné de gallium, a été antérieurement signalé dans les blendes tertiaires de Picos de Europe (Asturies).

qui caractérisent les résidus de cristallisation. C'est peut-être la raison pour laquelle nous avons signalé plus haut l'abondance de l'indium dans le groupe Ammeberg qui correspond généralement à une cristallisation confuse dans des interstices minces, tandis que, dans la cristallisation concrétionnée par larges zones ayant eu le temps de se séparer les unes des autres, comme cela se produit pour les filons tertiaires relativement superficiels, — surtout quand ces filons ont pu être l'objet d'une remise en mouvement — l'indium a été généralement éliminé. Nous verrons plus loin que cet indium a pu partir avec les produits d'altération.

III. *Possibilité d'une évolution ultérieure.* — Si nous envisageons des minerais cristallisés, l'un à l'époque cambrienne, l'autre à l'époque carbonifère, le troisième à l'époque tertiaire, en supposant que nous ayons pu atteindre des parties du gisement restées depuis leur cristallisation à l'abri des influences extérieures du milieu examinées plus loin, il est évident que ces trois blendes existent depuis un temps très différent, qu'elles ont été soumises à une évolution intérieure possible, pendant un nombre de siècles qu'il est impossible d'évaluer en chiffres, mais qui peut, par exemple, être représenté par les nombres proportionnels : 1, 10 et 100. Nous avons donc là une occasion d'examiner si cette évolution n'aurait pas eu pour effet de faire « naître » ou « mourir » certains métaux, non existants au début et développés ultérieurement. A cet égard, il faut bien dire qu'une forte présomption contraire est déjà fournie par l'examen des associations les plus typiques et de celles qui suggèrent le plus naturellement une idée semblable, telles que celle du plomb et de l'argent ou du zinc et de l'argent.

L'examen de nos analyses confirme cette constatation négative. Les différences qui ressortent de l'étude spectrographique des blendes sont seulement celles que nous avons indiquées dans le paragraphe 1 en les attribuant à une tout autre cause. La présence de l'argent dans les blendes se manifeste, dans un groupe comme dans l'autre, toujours par les deux mêmes raies, les plus fortes et les plus caractéristiques de cet élément. La teneur en argent apparaît moyennement identique dans les blendes d'âges géologiques différents.

IV. *Altérations. Éliminations et apports.* — Pendant les milliers d'années qui se sont écoulés depuis qu'une de nos blendes, même les plus récentes des filons tertiaires, a cristallisé, on peut admettre en principe qu'elle a été sans cesse en présence de l'eau. Car l'eau s'introduit dans les profondeurs de la terre partout où

il existe un vide et tous les mineurs savent que la présence des eaux est tout particulièrement abondante le long des filons qui constituent une sorte de plan de drainage. Mais on doit, au sujet de l'action que cette eau a pu exercer, établir une distinction capitale. Au voisinage de la superficie qui a pu exister à une époque quelconque de l'histoire géologique et qui, on ne doit pas l'oublier, a pu sans cesse se modifier dans de très fortes proportions par les plissements, fractures, soulèvements ou affaissements, érosions, etc., l'eau mise en contact avec les minerais a toujours été ce que l'on peut appeler de l'eau active; elle était sans cesse remise en communication avec le jour par une circulation facile aboutissant aux sources et aux vallées. L'eau nouvelle, qui remplaçait par infiltration l'eau ainsi éliminée, apportait donc sans cesse une provision nouvelle d'oxygène, d'acide carbonique et des éléments salins contenus dans la plupart des eaux de surface, chlorures, nitrates, etc.; elle était donc susceptible d'exercer sur les minerais et les terrains voisins de ces minerais des dissolutions qui, pour la plupart, nécessitent, ou une oxydation, ou l'intervention de l'acide carbonique, ou celle de l'hydrogène sulfuré produit par réduction des sulfates au contact de matières organiques. C'est elle surtout dont nous constatons à chaque pas l'influence dans les gisements métallifères: cette action atteignant son maximum d'intensité dans les parties voisines de la superficie actuelle. Au contraire, l'eau des zones très profondes peut être considérée, jusqu'à un certain point, comme une eau « morte ». Elle a été dépouillée de ses éléments actifs par un premier effet de ceux-ci et elle ne les a pas renouvelés puisqu'elle n'a plus eu que des communications lentes et difficiles avec le jour; on peut, dans une première approximation, la considérer comme en équilibre définitif avec les phases qu'elle baigne et, de ce fait, chimiquement et physiquement inerte.

Ajoutons aussitôt, pour n'y plus revenir, que c'est là seulement une manière approximative d'envisager les phénomènes. Aucune eau, si profonde qu'elle soit, ne doit être rigoureusement immobile et inerte. Les seules influences calorifiques, indépendamment des mouvements de l'écorce, suffiraient pour y déterminer des mouvements lents qui entraînent le retour d'une certaine activité. Mais les phénomènes de ce genre doivent être d'un type tout spécial. Il est possible qu'il faille leur rapporter certaines cristallisations de minerais, qui, tout en existant à l'état sulfuré, affectent un type « secondaire », peut-être avec certaines interventions à démêler, comme une réduction et une reprécipitation après oxydation très restreinte. Nos échantillons ne

donnent pas l'occasion d'étudier ce phénomène d'une façon nette, si ce n'est peut-être à l'occasion du manganèse, dont il sera question plus loin.

Au contraire, nous avons de très nombreux exemples de minerais altérés par l'action des eaux superficielles (le mot *superficiel* étant entendu dans le sens très large qui a été défini précédemment et signifiant que l'eau est apte aux réactions chimiques). Toutes les calamines, en particulier, sont le produit d'altérations semblables. Or on constate tout d'abord, dans certaines de ces calamines, une épuration, prévue sans doute, mais poussée encore plus loin qu'on n'aurait pu le penser. La calamine tout à fait blanche du Djebel Reças (Algérie) ne contient plus aucune trace d'un autre métal, si ce n'est un peu de plomb. Ailleurs, comme dans la calamine d'Ouarsenis, il s'est produit la même épuration, mais sans déplacement dans une atmosphère peroxydante qui a provoqué la précipitation du fer avec le zinc, et, par suite, l'existence d'une calamine rouge, à opposer, comme on a tant d'occasions de le constater, aux calamines blanches.

Beaucoup d'autres calamines sont moins pures. On observe notamment, fréquemment, un accroissement de la teneur en indium dans les produits altérés ; cet indium, quand le fer a été éliminé, s'élimine avec lui. La présence d'un peu de cuivre, de plomb, ou d'argent est toute naturelle dans les altérations de minerais sulfurés qui contiennent déjà ces métaux ; mais la présence du manganèse est plus intéressante à examiner. On sait, en effet, le problème posé par tant de gisements sulfurés qui, dans la zone d'altération superficielle, se sont transformés en oxydes de fer manganésifères, ou même en oxydes de manganèse, tandis que, dans le magma sulfuré profond, origine de ces altérations superficielles, le manganèse est en quantité trop faible pour avoir attiré l'attention des chimistes. Nos analyses font constater la fréquence du manganèse dans les calamines (Tarnovitz en Silésie ; Malines dans le Gard, Welkenraedt en Belgique ; smithsonite bleue de Camaresa au Laurion, Dong-Trieu au Tonkin ; Reocin dans les Asturies). Par contre, les analyses de blendes ne décèlent la présence du manganèse que pour les blendes du terrain cristallophyllien où nous en avons toujours trouvé. Il n'en a été constaté dans aucune blende plus récente.

On peut se demander s'il n'y aurait pas, dans cette concentration superficielle du manganèse, un effet de ces eaux profondes et peu actives que nous signalions plus haut. On sait avec quelle facilité les sels de manganèse passent à des produits oxydés, dont la couleur noire attire immédiatement l'attention quand le phé-

nomène a lieu dans une roche ou un terrain géologiques¹. Le manganèse est le premier élément qui doit s'éliminer des parties internes, avant même le fer, pour se concentrer en dépôts superficiels et l'on assiste à une sorte d'exsudation des sels manganésifères vers la périphérie. Peut-être les oxydes de manganèse des affleurements altérés ont-ils été ainsi empruntés, sur une grande hauteur, aux minerais profonds par des courants ascendants, qu'aurait accentués dans certains cas le contre-coup des mouvements orogéniques.

Enfin, dans les altérations, il n'y a pas seulement élimination, mais aussi apport d'éléments empruntés aux terrains encaissants. Les plus caractéristiques de ces emprunts, comme le phosphore des affleurements plombifères, n'apparaissent pas avec la méthode d'investigation employée ; mais on constate, dans un cas typique, le développement du titane pris à l'argile dans la moresnetite de la Vieille Montagne, et, en même temps, celui du vanadium, que nous sommes habitués en métallogénie à voir apparaître avec le phosphore. Il est possible également qu'une partie du manganèse superficiel vienne de là.

1. L'un de nous a pu constater le fait d'une façon particulièrement nette sur des aplites rosées exploitées comme matériaux d'empiècement entre Eymoutiers et Peyrat-le-Château (Haute-Vienne). Les fragments rosés de ces aplites, après quelques semaines d'exposition à l'air dans les tas de cailloux, par conséquent sans apport extérieur possible du manganèse, se montrent entièrement couverts, sur toutes leurs faces artificielles, de dendrites de manganèse qui pénètrent dans la roche partout où il tend à s'y produire une fissure. Les conditions où le phénomène se produit rendent difficiles de lui donner l'explication ordinaire, à savoir l'introduction par le dehors de manganèse emprunté à d'autres terrains. Cependant, quand on analyse la roche après avoir pris soin d'enlever l'enduit superficiel, on y trouve seulement 0,3 p. 100 de manganèse. Ce serait donc cette faible teneur en manganèse qui, par concentration à la surface, aurait suffi à donner ces dendrites.

Séance du 19 décembre 1910

PRÉSIDENT DE M. M. COSSMANN, VICE-PRÉSIDENT

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Quatre présentations de nouveaux membres sont annoncées.

Le Secrétaire donne lecture du vœu émis par le Conseil de la Société à propos du *Projet de loi relatif aux FOUILLES INTÉRESSANT L'ARCHÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE* dont il a été question à la séance du 5 décembre. Ce vœu sera transmis aux Pouvoirs publics.

« Le Conseil de la Société géologique de France, tout en rendant hommage à l'esprit du projet de loi, présenté par le Gouvernement pour assurer la conservation, en France, de précieuses découvertes archéologiques et paléontologiques ainsi que la pratique des fouilles, sur des bases réellement scientifiques, appelle l'attention des Pouvoirs publics sur les conséquences tout à fait fâcheuses que pourrait entraîner pour les géologues l'application stricte et littérale de certains passages du projet de loi.

« Les géologues basent, en effet, en grande partie leurs travaux sur la Paléontologie et ils s'attachent à récolter le plus de fossiles possible. Ces fossiles sont, la plupart du temps, des débris, test et coquilles, d'animaux inférieurs, que les géologues dégagent, par leurs propres moyens, des roches qui les renferment.

« Il paraît indispensable que le texte de la loi ne confonde pas cette recherche journalière et constante, des fossiles par les géologues, avec de véritables travaux de fouilles. Ceux-ci ne s'appliquent guère, en Paléontologie, qu'à la recherche des ossements de Vertébrés et il serait indispensable qu'il fût spécifié dans la loi que ces fouilles seules sont visées par elle.

« Même dans ce cas, les paléontologistes et les archéologues devraient être simplement astreints à une déclaration de fouilles. Celles-ci pourraient être entreprises *aussitôt après la déclaration* et sans attendre l'accusé de réception. Cette disposition suffirait à atteindre le but qu'on se propose. Les pouvoirs compétents seraient, en effet, prévenus de cette façon que des découvertes les intéressant peuvent être faites sur les points déclarés. Cela les mettrait, le cas échéant, en mesure d'exercer leur droit de préemption au bénéfice de l'État et d'intervenir dans les fouilles au cas où celles-ci présenteraient un intérêt scientifique tout à fait exceptionnel ou ne seraient pas conduites avec la méthode et les précautions désirables.

« Le Conseil de la Société géologique de France émet donc le vœu que l'article premier soit modifié comme il suit :

ARTICLE PREMIER. — 1. Tout établissement, toute association ou tout particulier, qui veut exécuter des fouilles archéologiques ou paléontologiques, soit sur un terrain lui appartenant, soit sur le terrain d'autrui, doit en faire la déclaration à la préfecture du département sur le territoire duquel ces fouilles seront ouvertes.

2. *Le déclarant pourra commencer les travaux immédiatement.*

3. *Ne sont pas considérés comme fouilles et, par suite, ne sont pas sujets à déclaration, les travaux auxquels se livrent journellement les géologues sur le terrain pour la recherche des fossiles.*

(Cette rédaction entraîne la suppression du deuxième alinéa de l'article premier)».

Les Secrétaires signalent les dons reçus pour la Bibliothèque et parmi eux le Livret-guide des excursions en Suède du XI^e Congrès géologique international accompagné de la collection de toutes les publications distribuées aux membres du Congrès. Ces publications, que beaucoup de nos membres ont pu apprécier à Stockholm, nous sont très aimablement offertes par M. J. G. Andersson au nom du Congrès.

M. R. Zeiller fait hommage à la Société, au nom de M. **Jean Brunhes**, professeur aux Universités de Fribourg et de Lausanne, de l'ouvrage que celui-ci vient de publier sous ce titre : « La Géographie humaine ¹. »

L'auteur y étudie les rapports de l'homme avec la géographie physique et montre quels liens étroits il y a entre les établissements humains et les conditions géographiques, elles-mêmes dépendant des conditions géologiques : la géographie humaine apparaît ainsi comme un prolongement de la géographie physique et comme plongeant par elles ses racines dans la géologie. Il convient de mentionner en particulier, à titre d'exemples, les chapitres consacrés d'une part aux villages et maisons, où apparaît si nettement la double influence, sur leur mode de constitution, des conditions climatiques et de la plus ou moins grande aptitude du sous-sol à fournir des matériaux de construction ; d'autre part aux industries extractives établies sur les gîtes de substances minérales utiles, sur les gisements houillers principalement, et aux groupements humains qui en sont résultés.

Tout l'ouvrage témoigne d'un souci constant d'observation rigoureusement positive et d'une documentation personnelle approfondie, attestée notamment par les très nombreux et très intéressants clichés photographiques pris par l'auteur lui-même dans les régions du globe les plus variées et qui illustrent si heureusement son travail.

1. In-8, iv-843 pages avec 206 figures. Paris, Alcan, 1910.

M. M. Cossmann dépose, au nom de Dom Valette et au sien, deux notes — l'une stratigraphique, l'autre paléontologique — publiées dans le *Bull. de la Soc. des Sc. hist. et nat. de l'Yonne* (2^e sem. 1909), et relatives à « l'Oolithe ferrugineuse du Bajocien dans l'Yonne et autour du Morvan ».

La première est un manuscrit de notre regretté Président, M. Peron, remis en ordre et au point par Dom Valette.

Après avoir suivi, pas à pas, les affleurements de l'Oolithe ferrugineuse, depuis Isenay et Vendennes dans la Nièvre, à travers l'Yonne (Nuars et Sermizelles), jusqu'à Montbard dans la Côte-d'Or, l'auteur conclut que « cette couche oolithique a pour correspondant exactement synchronique la couche de calcaire roux marneux à *Homomya gibbosa* et les marnes à *Ostrea acuminata* de la Bourgogne », c'est-à-dire l'équivalent du Fuller's Earth qu'il faudrait alors considérer comme la partie tout à fait supérieure du Bajocien, et non comme la partie inférieure du Bathonien, à moins que l'on ne préfère couper la zone en deux, en laissant dans le Bajocien l'oolithe ferrugineuse, caractérisée par *Cosmoceras Garanti*, *Perisphinctes Martinsi*, etc., et en rattachant au Fuller's Earth bathonien le niveau à *Morphoceras polymorphum*, *Oppelia fusca*, etc.

Ce que je puis affirmer, en ce qui me concerne, c'est que les quelques espèces décrites dans la seconde note ont bien le faciès bajocien; elles proviennent du gisement de Nuars ou de Saint-Aubin-des-Chaumes et ont été recueillies par Dom Valette.

W. Kilian. — Sur le genre *Ammonitoceras*.

Il existe dans l'étage aptien du Languedoc, du Caucase et de diverses régions des Ammonitides déroulés dont le mode d'ornementation diffère de celui des *Crioceras* (s. str.) et des *Ancylotoceras* (s. str.) par la présence de deux rangées seulement de tubercules latéraux (au lieu de trois), dont la plus externe est située vers le milieu des flancs, et assez loin de la ligne siphonale et par des côtes traversant sans interruption la face siphonale.

Ces formes peuvent être considérées comme dérivant des *Acanthoplites*¹ (= *Douvilleiceras p. parte*) qui les accompagnent du reste dans l'Aptien. Em. Dumas a décrit l'une d'elles, en 1876, sous le nom d'*Ammonitoceras Uctiæ* E. DUMAS; nous avons retrouvé cette forme dans l'Aptien inférieur.

Il y a donc lieu de désigner ce type spécial d'Ammonitides déroulés sous le nom d'AMMONITOCERAS E. DUMAS et d'y faire rentrer outre l'*Am. Uctiæ* DUMAS, *Ammonitoceras* (*Crioceras*)

1. *Acanthoplites* SINTZOW comprend une partie des formes appelées *Parahoplites* par M. Jacob, ainsi que le groupe d'*A. Bigoureti* SEUNES, assimilé à tort à *Douvilleiceras*.

transcaspicum SINTZOW du Gault inférieur de Mangyschlak, que nous avons également retrouvé dans l'Aptien pyriteux des Basses-Alpes (Coll. Deydier) et cité sous le nom de *Crioc. Ackermannii* KIL., figuré par M. Krenkel, de l'Aptien de Delagoa-Bay dans l'Afrique orientale.

Les *Astiericeras* du Gault, dont M. Ch. Jacob a montré la parenté avec *Douvilleiceras*, décrits par M. M. Parona et Bonarelli doivent sans aucun doute rentrer également dans le sous-genre *Ammonitoceras*, cette dénomination ayant la priorité sur celle des savants italiens.

A. de Grossouvre. — Sur les environs de Luçon.

Dans une course faite l'automne dernier, en compagnie de M. Chartron, dans la plaine calcaire des environs de Luçon, nous avons eu l'occasion de relever divers faits parmi lesquels deux nous paraissent mériter plus particulièrement d'être signalés.

1° Nous avons observé, disséminées çà et là, un certain nombre de poches remplies d'argiles plus ou moins sableuses de caractères variables et de couleurs souvent bariolées; le sable est tantôt très grossier et même graveleux, tantôt très fin et, dans ce dernier cas, les argiles sont d'ordinaire assez plastiques pour être exploitées comme terres à briques. On a là évidemment les restes d'un ancien terrain qui a primitivement recouvert la région sur une vaste surface et a disparu plus tard enlevé par l'érosion; seules ont été conservées les parties descendues dans des poches du terrain sous-jacent, poches produites par une dissolution locale du calcaire.

Un phénomène du même genre s'observe sur le plateau de la Beauce: les sables et argiles de la Sologne qui, sur la rive droite de la Loire, forment encore immédiatement au Nord d'Orléans des dépôts continus assez étendus, disparaissent plus loin au Nord pour ne laisser que des lambeaux logés dans des poches du calcaire lacustre.

Jusqu'à présent, du moins à notre connaissance, il n'a été trouvé aucun fossile permettant de dater la formation argilo-sableuse des environs de Luçon, on y rencontre seulement quelques fossiles ferrugineux calloviens qui y ont été englobés au moment du dépôt; débris restés à la surface et provenant des couches calloviennes enlevées par une érosion antérieure, dans la région située au Nord des affleurements actuels.

Ce terrain argilo-sableux se présente aussi dans des conditions analogues, comme faciès et comme gisement aux poches d'argiles

sableuses, que l'on pourrait qualifier de sables granitiques, dont, j'ai signalé¹ l'existence sur le plateau des calcaires du Berry. Ces argiles sableuses, semblables à celles de la Sologne, renferment à Rosières près St-Florent (Cher), une faune de Vertébrés qui, à certains égards, présente beaucoup d'affinités avec celle de Chagny, mais que M. Stehlin croit cependant devoir classer dans le Quaternaire ancien : comme conséquence assez importante il en résulte que dans le Berry, les dépôts des plateaux qui avaient été classés tantôt dans le Pliocène, tantôt dans le Miocène, au titre de sables granitiques, sont en réalité quaternaires.

Il est certainement très imprudent de synchroniser deux dépôts argileux analogues, même lorsqu'ils sont situés à proximité, et les nombreuses erreurs commises à cet égard doivent nous servir de leçons.

Toutefois je ne puis m'empêcher de considérer comme assez probable l'assimilation des dépôts argilo-sableux de la Vendée et du Berry, parce qu'il en résulterait cette donnée stratigraphique assez vraisemblable que vers la fin du Pliocène et les débuts du Quaternaire, se serait déposée au Nord et à l'Ouest du Plateau Central une vaste nappe argilo-sableuse, à laquelle se rattacheraient les gisements de Chagny, de St-Prest et de Rosières.

2° Dans les poches des environs de Luçon, on trouve parfois de gros blocs de grès à ciment lustré ; d'autres s'observent à la surface de la plaine calcaire. Ces grès, tantôt grossiers, tantôt à grain fin, rappellent les grès ladères, et je ne vois aucune autre formation gréseuse du voisinage à laquelle on puisse les assimiler. Je rappelle que l'an dernier j'ai signalé² l'existence de blocs analogues dans le bocage vendéen.

Le terrain de grès et poudingues à ciment lustré se suit donc d'une manière presque continue de la Bourgogne jusqu'en Vendée, aux environs de Luçon.

1. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.* n° 126. Comptes rendus pour la campagne de 1909, p. 45.

2. Sur l'extension des grès à Sabalites. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 298.

TYPES NOUVEAUX DE POLYPIERS ÉOCÈNES

PAR **Marius Fillozat.**

PLANCHE XIV.

Parmi les Polypiers éocènes du bassin de Paris dont je poursuis l'étude, j'ai constaté la présence de types si particulièrement différents de ceux actuellement connus que je crois utile, dès à présent, d'en donner la description.

ASTROCOENIA DOLLFUSI n. sp.

Pl. XIV, fig. 1-3.

Le Polypier est discoïde, plus ou moins convexe à la partie supérieure. Sa surface inférieure, généralement concave, est revêtue d'une épithèque plissée concentriquement présentant quelques lignes rayonnantes et, au centre, une cicatrice d'adhérence.

Les plus grands échantillons ne dépassent guère 30 mm.

Les calices, assez régulièrement hexagonaux, ont une largeur de 3 mm. Le nombre des septes est habituellement de 20,7 atteignant la columelle ; 10 sont plus ou moins rudimentaires. Les faces septales portent quelques petites granulations disposées irrégulièrement. Le bord libre des septes, qui est denté, est presque toujours sinueux. La columelle est formée par une lamelle sur les faces de laquelle on distingue quelques granulations. Cette lamelle est soudée à l'un des principaux septes (septe « hétéromorphe » de Mme Ogilvie Gordon) dont elle semble former un grand lobe paliforme un peu épaissi.

Une disposition à peu près similaire a été signalée par M. Frech¹ et observée également par Mme Ogilvie Gordon² dans un certain nombre de spécimens d'*Astrocoenia* et même de *Stephanocœnia* jurassiques. Chez ces derniers, M. Frech a reconnu que l'épine columellaire était parfaitement distincte des palis.

Affinités. — Cette espèce rappelle un peu, tant par sa forme que par son épithèque concentrique, l'espèce type du genre, l'*Astrocoenia numisma* DEFR., mais elle s'en éloigne considérable-

1. F. FRECH. Die Korallenfauna der Trias. *Palaeontographica*, vol. 37, 1890. p. 34.

2. MARIA M. OLGIVIE. Microscopic and systematic study of Madreporian types of Corals. *Philosoph. Trans.*, vol. 187 B, 1897, p. 308.

ment par sa columelle fortement aplatie et aussi par ses dimensions beaucoup plus grandes.

Localité. — Fresville (Manche).

GRAVIEROPSAMMIA CORNUCOPLÆ n. g., n. sp.

Pl. XIV, fig. 4-6.

Le Polypier est allongé, subcylindro-conique, arqué et très rétréci à la base.

Le calice est circulaire, à bords très minces. Son diamètre est ordinairement de 3 à 4 mm. Les septes sont peu nombreux (2 cycles seulement et 2 systèmes). De chaque côté des septes, à la périphérie, deux petites branches, se bifurquant, unissent ceux-ci à la muraille. L'arête interne des septes est très amincie. Celle des septes primaires forme, de distance en distance, des petites épines, qui, en se contournant, arrivent à toucher légèrement celles des septes voisins de même ordre, laissant libre toutefois l'espace axial. Les septes de deuxième ordre sont beaucoup plus petits que ceux du premier; leur bord interne est fortement denté. On ne distingue aucune granulation sur les faces septales; tout au plus quelques bourrelets, arrondis parallèlement aux bords libres des septes, indiquent les lignes d'accroissement.

Il n'y a pas d'endothèque.

Les côtes sont garnies de pointes très saillantes dirigées un peu vers le haut du calice et se suivant en lignées longitudinales. Ces côtes sont séparées par des sillons larges de 0 mm. 50, présentant des ouvertures grandes et irrégulières, qui occupent généralement toute la largeur des sillons. Ces ouvertures sont en partie cachées par la muraille, qui, au-dessus d'elles, forme des espèces de voûtes ou de ponts transversaux.

Presque toujours une épithèque assez épaisse circonscrit le Polypier.

La multiplication se fait par bourgeonnement basilaire.

Localités. — Parnes (Les Boves), Chambors, Choussy (coll. de l'École des Mines), Fresville.

Affinités. — La façon dont les septes s'unissent à la muraille est identique ici à celle qu'a observée de Lacaze-Duthiers particulièrement chez *Astroïdes*¹.

Les septes, aussi bien ceux de premier que ceux de second ordre, sont, comme nous venons de le voir, fourchus à leur extré-

1. II. DE LACAZE-DUTHIERS. Développement des Coralliaires. 2^e mémoire. Actiniaires à Polypiers. *Arch. Zool. expér.*, vol. 2, 1873, p. 14, fig. 30 et 32.

mité externe. Les branches de bifurcation, semblables aux branches disjointes d'un Y, s'unissent entre elles et à la muraille par de petites lamelles parallèles à cette dernière. Nous ne pouvons mieux comparer ces lamelles interseptales unissant les septes à la muraille, qu'aux « synapticules muraux » qu'a décrits Mme Ogilvie Gordon dans *Eupsammia*¹.

Toutefois, ces formations, qui font partie intégrante de la muraille, semblent s'éloigner par là des synapticules vrais, qui, chez les Fungies, constituent des pièces absolument autonomes.

La simplicité de l'appareil septal n'a pas lieu de nous surprendre. Il est dû au mode de croissance du Polypier, dont la forme cylindrique, très allongée, ne permet évidemment pas le développement d'un grand nombre de cycles.

Dans le genre *Trematotrochus* TENISON-WOODS, nous retrouvons non seulement cette simplicité de l'appareil septal, mais encore quelques-uns des caractères qui nous ont contraint à créer un genre spécial pour nos petits Polypiers du Bassin de Paris.

La muraille, également très mince dans *Trematotrochus*, présente aussi des ouvertures occupant toute la largeur des sillons intercostaux². Comme dans nos échantillons encore, les septes sont imperforés, les primaires formant des lobes paliformes. Il n'y a pas non plus de columelle.

Par la structure de la muraille et aussi par la façon dont les septes s'unissent à celle-ci, notre nouveau genre constitue un type très primitif dans la famille des *Eupsammidæ*.

Nous pouvons le définir ainsi :

Polypier très allongé, subcylindro-conique, plus ou moins arqué, fixé par une base très atténuée.

Calice circulaire. Muraille très mince.

Septes peu nombreux, fourchus à leur extrémité externe; l'arête des septes primaires formant quelques épines contournées.

Pas de columelle ni d'endothèque.

1. MARIA M. OGILVIE, *loc. cit.*, p. 153.

2. DUNCAN (*Revision*, p. 20) pense que les perforations de la muraille résultent simplement de l'état de conservation des échantillons et qu'à l'origine celle-ci n'était pas perforée. Il classe, en conséquence, *Trematotrochus* parmi les *Turbinolidæ*. Je ne crois pas pouvoir me ranger à cette opinion. Dans le cas de l'hypothèse de Duncan, il me paraît difficile d'admettre que, sur deux échantillons parfaitement conservés trouvés par Tenison-Woods, il ne soit pas resté un peu de la muraille dans une seule des nombreuses fossettes des sillons intercostaux. Du reste, Duncan avait parfaitement bien remarqué, en ce qui concerne la structure interne, que « the arrangement of the septa in *Trematotrochus* is different from that of any species of *Turbinolia* ».

Dans le genre *Bothophoria*, décrit récemment par M. Félix (Expédition suédoise du Pôle Sud), nous retrouvons à peu près la même disposition de fossettes intercostales. Mais celles-ci, comme dans *Turbinolia*, ne traversent pas la muraille.

Côtes épineuses, séparées par de larges sillons présentant des ouvertures grandes et irrégulières disposées en lignées longitudinales.

Épithèque presque toujours présente.

FELIXOPSAMMIA ARCUATA n. g., n. sp.

Pl. XIV, fig. 7-11.

Le Polypier est simple, libre, en forme de cône, arqué à la base, où l'on remarque un petit pédoncule présentant les traces d'une fixation ancienne.

Le calice est subcirculaire. Son diamètre mesure de 23 à 25 mm.

La hauteur du Polypier varie de 28 à 30 mm.

Sa surface extérieure est entourée d'une épithèque plissée transversalement, s'arrêtant tout près du bord calicinal, où elle forme 2 ou 3 bourrelets assez saillants. Cette épithèque couvre partiellement des côtes dont les arêtes portent des granulations fines et pointues. Ces côtes, parfaitement visibles près du calice, correspondent aux différents septes, les plus grands sont en rapport avec les septes les plus anciens.

La disposition des septes est eupsammoïdale ; ceux du premier ordre sont de même force et ceux du dernier cycle s'infléchissent vers ceux du cycle précédent. Les septes, très minces, sont rapprochés les uns des autres. On en compte 10 sur une longueur de 1 centimètre. Ils sont très fréquemment et très largement perforés. Leurs faces latérales sont garnies de nombreuses granulations proéminentes, disposées assez irrégulièrement et se rejoignant parfois d'un septa à l'autre.

L'arête interne des principaux septes forme des prolongements trabéculaires, qui, en se contournant dans tous les sens, constituent une pseudo-columelle.

Dans la région interseptale, les dissépiments sont très développés. Ils consistent en des lames recourbées à direction oblique, différemment inclinées, qui, dans le fond du calice, forment un tissu vésiculeux.

Localité. — Parnes (Les Boves).

Affinités. — Ce genre présente d'étroites affinités avec *Th-copsammia* POURTALÈS. Il en diffère pourtant par la présence de grandes traverses endothécales et aussi par de très larges et nombreuses perforations septales.

Ces mêmes caractères, attribués par M. Pratz au genre *Hapla-*

ræa MILASCHEWITZ¹, le rapprocheraient davantage de ce dernier, si, comme l'a judicieusement fait remarquer M. Vaughan², les échantillons du Crétacé de St-Gilgen, étudiés par M. Pratz, pouvaient servir de définition au genre. La disposition eupsammoïdale des septes le différencierait, en tout cas, très nettement du genre précédent.

La diagnose de ce nouveau genre peut être ainsi établie :

Polypier simple, pédicellé.

Septes nombreux, minces, très perforés, à disposition eupsammoïdale.

Dissépiments très développés.

Columelle trabéculinaire.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES TERRASSES DES ENVIRONS DE VALENCE

PAR LE GÉNÉRAL de Lamothe.

Lorsqu'en 1901³ j'ai entrepris de comparer le système des terrasses de l'Isser à celui des terrasses du Rhône à Valence, j'ai adopté la série établie par la Carte géologique en me bornant à éliminer la terrasse de Romans qui faisait double emploi avec celle de la ville de Valence, et à majorer d'une dizaine de mètres les altitudes relatives des diverses terrasses, pour tenir compte du relèvement du lit du Rhône à Valence par les apports de l'Isère.

Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années m'ont conduit à rejeter cette solution pour les raisons ci-après : 1° Les terrasses du Séminaire, de Foulouse-Léore, et probablement celle du Télégraphe de Châteauneuf, sont de *fausses terrasses* créées par le Rhône aux dépens des anciennes nappes alluviales de l'Isère ; les deux premières, et peut-être la troisième, doivent donc être éliminées de la série des *terrasses régulières* ; 2° il existe aux

1. E. PRATZ. Ueber die verwandtschaftlichen Beziehungen einiger Korallengattungen mit hauptsächlichlicher Berücksichtigung ihrer Septalstructur. *Palaeontographica*, vol. 29, 1882, p. 102-103.

2. T. WAYLAND VAUGHAN. A critical review of the Literature on simple genera of the Madreporaria Fungida, with a tentative classification. *Proc. Un. St. Nat. Mus.*, vol. XXVIII, 1905, p. 395.

3. DE LAMOTHE. Étude comparée des systèmes des terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901.

environs de Valence une série presque complète de ces dernières, et en comblant les lacunes, d'ailleurs locales, que présente la série de Valence au moyen des indications fournies par les anciennes nappes alluviales de l'Isère, on peut établir que la succession des anciens niveaux du Rhône à Valence concorde entièrement avec celle constatée dans les autres parties de la vallée¹.

Je résume brièvement les faits observés, me réservant d'y revenir plus longuement².

Niveau de 15-20 m. — Il est représenté par la terrasse de Portes (18-19 m.); elle se lie à celle de la ville de Valence (21 m.), et plus en amont à celle de Romans (33 m.) qui appartient à l'Isère.

Niveau de 30-33 m. — Représenté par la terrasse des Lacs (33 m.). La nappe correspondante se liait en amont à celle de l'Isère (nappe du Séminaire), actuellement limitée par la falaise du Séminaire.

Niveau de 55-60 m. — Ce niveau, dont il existe des traces nombreuses dans la vallée du Rhône, n'est pas représenté à Valence même, mais comme la nappe de l'Isère (Foullouse-Léore) devait à son extrémité terminale, à la rencontre du Rhône, se trouver à une cote légèrement supérieure à 146, on arrive à cette conclusion que l'altitude relative du fleuve devait être à la même époque très voisine de 60 m.

Niveau de 100 m. — Il est représenté par la terrasse de Jaulan au Nord de Charmes (103 m.), et par celle d'Étoiles (103 m.).

Niveau de 140-150 m. — Au Nord-Ouest de Châteaubourg il y a une grande terrasse à 133 m. au-dessus du Rhône; en raison de sa situation contre les pentes rapides de la rive droite, elle devait correspondre à l'emplacement du thalweg et appartenir très probablement à un Rhône dont l'altitude était plus élevée d'une dizaine de mètres *au moins*.

Niveau de 200 m. — Sur la rive droite au Nord-Ouest de Soyons, on trouve deux mamelons couverts d'alluvions, débris d'une ancienne nappe; l'altitude relative du plus élevé est de 185 m.; mais il y a lieu de remarquer que la ligne de rivage du niveau de 200 m., devait pénétrer dans l'intérieur des terres jusqu'à Avignon au moins, et que par suite, l'altitude *relative* des terrasses de ce niveau a subi une diminution de 8-10 m.,

1. DE LAMOTHE. Les terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon. *CR. Ac. Sc.*, 14 mai 1906.

2. La plupart des terrasses citées sont portées sur la Carte géologique. La détermination des altitudes a été faite à l'aide des nivellements que j'ai eus à ma disposition.

abstraction faite de la dénudation et de l'influence du bombement du Rhône qui ont agi dans le même sens.

Niveau de 300 m. — Alluvions du Sommet de Crussol.

A chacun des niveaux du Rhône à partir de 200 m., correspond dans l'Isère, entre Valence et l'Écancière, une nappe alluviale presque toujours représentée par des terrasses très distinctes ; mais tandis que les terrasses du Rhône restent sensiblement parallèles entre elles et au fleuve actuel, l'altitude relative de celles de l'Isère croît, en général, d'une façon sensible vers l'amont.

Nappe de Romans. — Correspondant à la nappe de 15-20 m., du Rhône (33 m. d'altitude à Romans et à Pizançon).

Nappe du Séminaire. — Correspondant à la nappe de 30-33 m. du Rhône ; coupée du côté de l'Isère par la falaise des Bayanins qui domine l'Isère de 54 m., elle peut être suivie jusqu'au château de la Jonchère.

Nappe de Foullouse-Léore. — Correspondant à un Rhône de 60 m. environ plus élevé ; au Nord d'Alixan elle est représentée sur la rive gauche par une série de terrasses remarquablement conservées que l'on peut suivre jusqu'à Matras.

Nappe des Méanes¹ et du seuil de Châteauneuf. — Correspondant à un Rhône de 100 m. environ ; elle comprend sur la rive gauche les cailloutis du Calvaire d'Alixan, de Chatuzange, etc.

Nappe du Télégraphe de Châteauneuf. — Elle domine le Rhône de 138 m. à son extrémité, mais elle a dû être beaucoup plus élevée ; elle correspond aux cailloutis de Châteaubourg. En amont elle est représentée par les amas de quartzites du château de la Cizeranne, des Papelissiers, des Tiollets.

Nappe de 200 m. environ. — Enfin il existe des traces d'une nappe plus élevée au signal 359 au Sud de la Jonchère, et sur le replat du contrefort 358. L'altitude au-dessus de l'Isère est de 214 m.

Indépendamment des terrasses régulières auxquelles a donné lieu le creusement de ces nappes, on trouve dans le défilé de l'Isère, entre l'embouchure et le Pont d'Ouvey, des terrasses que l'on peut qualifier de *secondaires* et qui marquent les étapes successives du creusement.

1. Le hameau des Méanes est au Sud-Ouest du Signal de Châteauneuf.

NOTE SUR QUELQUES ÉCHINIDES RECUEILLIS PAR M. DALLONI DANS LES PYRÉNÉES DE L'ARAGON

PAR **J. Lambert** ¹.

PLANCHE XV.

Il y a plus de vingt ans, en 1889, Cotteau publiait une fort intéressante étude sur les Échinides recueillis par M. Maurice Gourdon dans la province d'Aragon ². Les espèces crétacées décrites dans ce travail étaient peu nombreuses et s'élevaient seulement à six. Les récentes recherches poursuivies par M. Dalloni dans les ravins ou Barranco de la vallée du Ribagorzana permettent d'augmenter singulièrement ce nombre et démontrent la richesse en Échinides des couches traversées par ce torrent, qui porte à la Segre et à l'Elbe les eaux du revers méridional de la Maladetta. Les récoltes de M. Dalloni ont été faites sur quelques points seulement d'affleurements cénomaniens et sénoniens et il ne m'a rien été communiqué des couches supérieures du Crétacé de Villacarli.

I. ÉCHINIDES DU CÉNOMANIEN DE SOPEIRA

BALANOCIDARIS SORIGNETI DESOR (*Cidaris*). — Un seul radiole.

HOLASTER NODULOSUS GOLDFUSS (*Spatangus*). — Un individu incomplet, mais dont la détermination ne saurait laisser aucun doute.

HOLASTER SUBGLOBOSUS LESKE (*Spatangus*). — Un seul individu.

HOLASTER TRECENSIS LEYMERIE. — Un individu très large, à sillon atténué, périprocte, d'après son empreinte, situé très bas et zones porifères faiblement inégales dans les ambulacres, présente bien les caractères essentiels de cette rare espèce.

PHYSASTER VASSEURI DALLONI et LAMBERT *n. sp.*

Pl. XV, fig. 1-3.

Cette espèce de taille moyenne mesure 22 mm. de longueur sur 21 de largeur et 18 de hauteur. Elle est globuleuse, avec apex excentrique en avant, sans trace de sillon antérieur, ni de carène ;

1. Note présentée à la séance du 21 novembre 1910.

2. COTTEAU. Échinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. Maurice Gourdon. *Annales des Sc. nat.*, (7), VIII, 1889, 60 p., 4 pl.

apex ethmophracte à quatre pores génitaux ; les postérieurs assez écartés ne semblent pas séparés par le madréporide. Face inférieure convexe à petit péristome arrondi, sans lèvre postérieure, ouvert à fleur du test. Périprocte peu élevé, arrondi, au sommet de la face postérieure. Les ambulacres simples, apétaloïdes, légèrement déprimés vers l'apex, mais sans sillon correspondant, sont tous semblables, formés de hautes plaques, avec pores subelliptiques ouverts à leur base ; ils se continuent bien distincts au delà de la partie déprimée. Sutures des plaques du plastron indistinctes sur le type. Aucune trace de fasciole ni péripétale, ni sous-anal. Tubercules nettement scrobiculés en dessous, serrés sur le plastron, beaucoup plus petits en dessus, où ils se confondent dans une granulation fine et homogène.

A première vue *P. Vasseuri* ressemble beaucoup à *Coraster Margaritæ* COTTEAU du Sénonien supérieur de Villacarli (Aragon). Il en diffère cependant bien nettement par l'absence de fasciole péripétale, qui le place dans un autre genre et aussi par la légère dépression de ses ambulacres près de l'apex. Il se distingue de *P. inflatus* D'ORBIGNY (*Holaster*) du Sénégal, type du genre, par sa forme plus globuleuse, moins allongée en arrière, son apex un peu moins excentrique en avant, son péristome plus à fleur du test et enfin la légère dépression de ses ambulacres au voisinage de l'apex.

La découverte d'un *Physaster* dans le Cénomaniens de l'Aragon présente un intérêt de premier ordre et démontre que les *Ovulasteridæ*, avant de se multiplier avec des fascioles variés dans les couches supérieures du Sénonien, s'étaient montrés adètes dans le Cénomaniens, obéissant ainsi à la grande loi du développement des Échinides, d'après laquelle les fascioles, comme la disposition ethmolyse de l'apex ou amphisterne du plastron sont des caractères de plus grande complexité et de relatif perfectionnement.

A une époque où *P. inflatus* était seul connu, j'avais pu mettre en doute l'inexistence de son fasciole et le considérer avec tous les autres *Ovulasteridæ* comme caractéristique du Crétacé supérieur. La découverte par M. Dalloni d'un *Physaster* dans le Cénomaniens ne permet plus d'être aussi affirmatif. Elle tend à établir que l'opinion de d'Orbigny, qui plaçait l'espèce sénégalaise au niveau de l'*Ammonites inflatus* pourrait bien être fondée et elle m'engage à rétracter une opinion que j'avais fait partager à mon regretté ami Peron ¹.

1. *B. S. G. F.*, (4), t. V, p. 168, 1905.

Par son aspect général et ses ambulacres *Physaster Vasseuri* rappelle un peu mon *Nordenskjoldaster* du Cénomanién du pôle antarctique, mais il s'en distingue par ses cinq ambulacres semblables et son péristome circulaire, presque subpentagonal, tandis que chez la forme polaire le péristome réniforme s'ouvre dans une dépression marquée de la face inférieure.

EPIASTER ROUSSELI COTTEAU, 1889. — L'espèce a été établie sur un seul individu, un peu déformé en arrière, dans l'étude de Cotteau sur les « Échinides des petites Pyrénées et des Corbières¹ ». Sans être d'une parfaite conservation les sept individus communiqués par M. Dalloni permettent de reconnaître que l'espèce est moins large et moins arrondie en arrière que ne l'indique la description de Cotteau.

EPIASTER DALLONII LAMBERT n. sp.

Pl. XV, fig. 4-5.

Test de petite taille, mesurant 30 mm. de longueur sur 31 de largeur et 21 de hauteur, subcordiforme, large, arrondi et simplement sinueux en avant, où le sillon est très atténué, légèrement rétréci, caréné et subtronqué en arrière. Face supérieure médiocrement renflée, ayant son sommet en arrière de l'apex ; ce dernier subcentral, à quatre pores génitaux et petites ocellaires aux angles, madréporide séparant ou non les génitales postérieures. Face inférieure presque plane, à péristome réniforme avec labrum peu saillant et excentrique en avant, bien qu'encore loin du bord. Pétales hétérogènes peu déprimés, l'impair assez large, composé de petits pores ronds, séparés par un granule, les pairs droits, inégaux, les postérieurs sensiblement plus courts, tous composés de pores allongés, par paires que sépare une petite crête granuleuse ; zone interporifère lisse, un peu moins large que l'une des zones porifères. Périprocte ovale, au sommet de la face postérieure. Tubercules scrobiculés très petits, peu saillants, épars dans une très fine granulation miliare, un peu plus développés et plus serrés sur le plastron et au voisinage de l'apex.

Par sa forme générale *E. Dallonii* rappelle un peu l'*E. distinctus* AGASSIZ (*Micraster*) mais en diffère très nettement par la disposition de ses pores. L'allongement de ceux-ci dans les séries internes le rapproche de l'*E. Rousseli* COTTEAU et de certaines formes algériennes ou andalouses indéterminées. Celles-ci s'en distinguent d'ailleurs par des caractères importants qui les

1. *B. S. G. F.*, (3), t. XV, p. 644, pl. xvi, fig. 5, 6, 1887.

rejetent dans le genre *Hypsaster*. Quant à *E. Rousseli* il est plus grand, plus allongé, moins inéquipétale, et son sillon antérieur est moins atténué. On ne saurait davantage confondre notre espèce avec *E. meridanensis* COTTEAU plus rétréci en arrière et parfois fasciolé.

HEMIASTER ARAGONENSIS LAMBERT *n. sp.*

Pl. XV, fig. 6-7.

Assez grande espèce, mesurant 43 mm. de longueur, sur 40 de largeur et 30 de hauteur, subpolygonale, à sillon antérieur très atténué et obliquement tronquée en arrière. Face supérieure renflée, déclive en avant et ayant sa plus grande hauteur au-dessus du périprocte. Face inférieure à contours arrondis, et péristome semilunaire, excentrique en avant, sans saillie du labrum. Face postérieure oblique, à périprocte ovale, très haut, apex excentrique en avant, à quatre pores génitaux et madréporide ne séparant pas les génitales postérieures. Pétale impair étroit, composé de très petits pores ronds séparés par un granule et disposés par paires très espacées; pétales pairs inégaux, les antérieurs flexueux, comprenant 30 paires de pores dont les périapicaux atrophiés dans la branche d'avant; pétales postérieurs plus courts et moins divergents, avec 21 paires de pores; zones porifères assez larges, à pores allongés, égaux; zones interporifères de même largeur, presque lisse, avec granules épars. Tubercules scrobicules épars, plus gros et plus serrés sur le plastron; granules intermédiaires très fins, assez espacés. Fasciole péripétale régulièrement ovale, non sinueux, assez large surtout aux extrémités des pétales pairs.

Cette espèce présente une vague analogie avec *H. Toucasi* D'ORBIGNY, dont les pétales pairs sont plus développés (à taille égale 39 paires de pores au lieu de 30), dont les pores de l'ambulacre impair sont plus serrés, différemment disposés et qui est moins arrondi en arrière, en dessous plus plat, avec péristome plus rapproché du bord. *H. Baroni* FALLOT n'a ni les pétales, ni la fasciole arrondi de notre espèce. La disposition de l'ambulacre impair du *H. aragonensis*, déjà visible chez *H. bufo* BRONGNIART (*Spatangus*) se retrouve chez mon *H. icaunensis*, à apex subcentral, pétales plus étroits, à branches plus inégales, mais ne se rencontre chez aucune des nombreuses espèces algériennes figurées par Gauthier.

Un individu de cette espèce provient de la localité de Inglada; les autres sont de Sopeira.

HEMIASTER DALLONII LAMBERT n. sp.

Pl. XV, fig. 8-10.

Espèce de moyenne taille, mesurant 25 mm. de longueur, une largeur égale et 18 mm. de hauteur, remarquable par son péristome subpentagonal, son apex faiblement excentrique en avant, sa forme assez renflée, à peine sinueuse antérieurement et ses larges pétales pairs, à zones porifères très développées, les antérieurs plus longs, droits, avec pores non atrophiés vers l'apex ; zone interporifère étroite, portant quelques granules épars. Les paires de pores sont bien espacées dans l'étroit ambulacre impair. Tubercules du plastron s'étendant jusqu'au péristome ; fasciole très distinct, subcirculaire, mais assez nettement coudé latéralement et en avant.

Il ne me paraît pas possible de séparer du type des individus plus grands, mesurant 37 mm. de largeur sur 35 de hauteur et 26 de hauteur et qui constituent seulement une variété *major*.

Un individu de la forme typique du *H. Dallonii* avait été rapporté au *H. Gabrielis* PERON et GAUTHIER de l'Algérie, qui en diffère par ses pétales pairs plus longs, son fasciole plus anguleux, situé plus bas et par son pétale impair beaucoup plus large. Un autre individu de la variété *major* avait été rapproché du *H. pseudofourneli* PERON et GAUTHIER dont la face postérieure est cependant plus obliquement tronquée, dont les pétales postérieurs sont plus longs, l'impair moins étroit et dont le fasciole plus bas coupe moins nettement l'extrémité des pétales. Il m'a donc paru impossible de maintenir ces rapprochements.

H. Dallonii diffère de l'*H. bufo* BRONGNIART (*Spatangus*) par sa forme plus acuminée en arrière, son apex plus central, ses pétales pairs plus droits, l'impair formé de pores plus serrés. *H. Gaudryi* HÉBERT et MUNIER-CHALMAS est beaucoup plus unéquipétale. *H. Gauthieri* PERON plus acuminé et *H. Lamberti* SAVIN plus rétréci en arrière, ont leurs pétales moins développés, moins larges. Il en est de même du *H. Desori* D'ARCHIAC, dont le fasciole anguleux passe en arrière, plus près du périprocte. *H. aumalensis* COQUAND serait peut-être plus voisin, mais ses pétales antérieurs sont plus longs et moins droits et son fasciole est plus sinueux.

H. cadierensis COQUAND, espèce non publiée du Cénomaniien de Toulon, a une forme plus carrée, l'apex excentrique en arrière, des pétales pairs plus étroits et plus excavés. Une petite espèce andalouse également non publiée se distingue par les pores plus espacés de son ambulacre impair et son fasciole plus large,

diffus. Cette espèce très abondante à Sopeira y présente quelques variations non seulement dans la taille, mais dans la largeur du fasciole, la profondeur des pétales et la forme plus ou moins haute.

Un individu est asymétrique, avec pétale impair coudé et pétale II atrophié, contourné, n'aboutissant pas à l'apex.

HEMIASTER INCRASSATUS LAMBERT *n. sp.*

Pl. XV, fig. 11-12.

Petite espèce subcordiforme, mesurant 25 mm. de longueur sur 24 de largeur et 14 de hauteur. Face supérieure assez renflée, avec sommet un peu en arrière de l'apex, sur une carène peu saillante; sillon antérieur bien net, s'évasant un peu à l'ambitus et atteignant le péristome; apex légèrement excentrique en avant. Face inférieure plane, avec péristome excentrique en avant et partie du plastron pourvue d'un encroûtement du test qui recouvre les tubercules. Ambulacre impair étroit, composé de pores microscopiques séparés par un granule, et disposés par paires assez rapprochées. Ambulacres pairs droits, larges, inégaux, les postérieurs plus courts et zone interporifère lisse. Apex étroit, dont le madréporide se prolonge jusqu'aux ocellaires postérieures. Fasciole péripétale circulaire, assez large et peu distinct. Tubercules très petits, épars dans une fine granulation miliare, un peu plus gros en dessous et sur le plastron; zones périplastronales lisses.

Cette espèce est évidemment voisine du *E. Dallonii*, mais elle en diffère par son sillon plus profond à l'ambitus, ses tubercules plus petits, son apex moins excentrique, sa face inférieure plus plane, son péristome plus rapproché du bord, son fasciole moins distinct et surtout l'encroûtement de la partie antérieure de son plastron. Ce dernier caractère permet de distinguer facilement le *H. incrassatus* de ses congénères.

Un individu différent des espèces précédentes présente bien l'aspect général d'un *Linthia* du type du *L. Verneuli* DESOR (*Hemiasiter*) mais son sillon est plus atténué à l'acubitus, ses pétales pairs sont moins longs et moins droits. Malheureusement l'état un peu usé du test ne permet pas de reconnaître les fascioles et la position générique elle-même de cet Échinide reste douteuse.

II. ÉCHINIDES DU SÉNONIEN DU TURBON.

ECHINOCORYS sp. — Les seuls débris appartenant à ce genre qui m'aient été communiqués sont trop écrasés pour être correctement déterminés; ils proviennent de Llet.

MICRASTER MATHERONI DESOR. — Deux individus de taille normale (70 mm. de longueur) et bien typiques. Un autre mesurant seulement 52 mm. de longueur avait été rapproché du *M. Heberti* DE LACVIVIER, qui s'en distingue cependant par son ambulacre impair pétaloïde comme les autres, son péristome marginal et sa face postérieure rentrante. Cet individu présente cependant bien les caractères du *M. Matheroni*, en raison de sa forme, de son ambulacre impair différent des autres, son périprocte assez élevé, etc.

MICRASTER CORBARICUS LAMBERT, 1896. — Des individus parfaitement caractérisés de cette espèce proviennent du Barranco de Llet. Quelques individus plus petits, mesurant 24 et 31 mm. de longueur, ont été recueillis à Egea et à Las Villas Turbon.

D'autres individus de ce dernier gisement et de Llet ont leurs ambulacres pairs plus excavés. Certains individus d'Egea ont au contraire leurs pétales presque superficiels; l'un est d'ailleurs bien semblable à des variétés analogues que j'ai recueillies à Rennes-les-Bains: l'autre est en même temps remarquable par son apex plus excentrique en avant, sa forme plus allongée et rétrécie en arrière, ses zones périplastrales portant de nombreux tubercules scrobiculés, son périprocte assez bas. Ces différences me paraissent toutefois insuffisantes pour séparer spécifiquement cette variété du type.

Sous le nom de *M. brevis* COTTEAU avait déjà signalé le *M. corbaricus* dans la région du Turbon.

ISOMICRASTER DALLONII LAMBERT n. sp.

Pl. XV, fig. 13-14.

Grande espèce plus large que longue, mesurant 62 mm. de longueur sur 65 de largeur et 42 de hauteur. Ambitus subcirculaire, arrondi et légèrement échancré en avant, à peine rétréci en arrière. Face supérieure haute, subconique, à flancs déclives, mais subconvexe vers l'apex; carène postérieure également déclive, presque nulle; sillon apparaissant au milieu de la face supérieure et se creusant brusquement au-dessus de l'ambitus qu'il échancre profondément, puis se continuant jusqu'au péristome. Face inférieure plane, avec une légère saillie de la partie antérieure du plastron, lequel se termine en arrière par deux petites protubérances noduleuses; face postérieure nulle. Apex central, dont le madréporide ne sépare pas les ocellaires postérieures. Pétales ambulacraires longs, droits, superficiels, l'impair composé comme les autres de pores inégaux, conjugués, au nombre de 34 paires assez rappro-

chées. Pétales pairs à peine un peu plus larges et plus longs que l'impair, les antérieurs formés de 41 paires de pores, les postérieurs plus courts avec 33 paires de pores. Ces paires de pores sont séparées par de petites crêtes granuleuses se terminant vers la zone interporifère par un plus fort granule; zone interporifère étroite, portant une rainure médiane et de chaque côté une rangée longitudinale assez régulière de petits granules, avec rares verrues intermédiaires. Péristome labié, très excentrique en avant, recouvert par un labrum saillant, à peine en retrait sur le fond du sillon antérieur. Petit périprocte, arrondi, situé très bas, marginal. Tubercules peu développés, scrobiculés en dessous et sur le plastron, perdus en dessus dans une granulation serrée et homogène. Zones périplastrales couvertes seulement de granules et de verrues anastomosées. Aucune trace de fasciole.

Cette belle espèce ne saurait être confondue avec aucune autre. Sa face inférieure plane et son périprocte ouvert très bas la rapprochent un peu de mon *I. Stolleyi* de l'Allemagne du Nord; elle en diffère d'ailleurs nettement par sa grande taille, son périprocte situé plus bas, son labrum plus saillant, ses zones périplastrales plus variqueuses et surtout la profonde échancrure de sa partie antérieure.

C'est évidemment cette espèce que Cotteau avait signalée sur le flanc ouest du Turbon comme *Micraster* n° 3.

M. Dalloni l'a recueillie à la localité d'Egea.

En dehors de ces espèces Cotteau avait encore cité à Llert le *Micraster corcolumbarium* que je n'ai pas retrouvé dans les individus communiqués par M. Dalloni. Trois autres espèces décrites par Cotteau n'appartenaient plus au même horizon, mais au Crétacé supérieur de Villacarli que M. Dalloni ne paraît pas avoir exploré.

ANALOGIES DES TERRAINS PRIMAIRES DU SUD DES VOSGES ET DE CEUX DU MORVAN

PAR **Albert Michel-Lévy.**

Après les études que j'ai poursuivies sur les Terrains primaires du Morvan et de la Loire et dont l'exposé des résultats a fait l'objet d'une thèse soutenue en fin de l'année 1908, j'ai été amené à collaborer avec M. Charles Vélain en 1909 et 1910 pour la terminaison de la Carte géologique à 1/80.000 de Lure, sur la partie de la feuille comprenant les formations désignées jusqu'alors sous les termes généraux de Terrain de transition carbonifère inférieur de la vallée de Saint-Amarin (carte de E. de Billy, 1848) ou de grauwacques, tufs, porphyres bruns et mélaphyres du Culm.

Les résultats obtenus, brièvement consignés dans une récente note à l'Académie des Sciences¹, rappellent si bien ceux auxquels j'avais été conduit dans le Morvan qu'il me paraît intéressant d'insister sur les analogies les plus frappantes de l'histoire des formations primaires dans les deux régions.

Nos prédécesseurs ne voyaient dans les puissants amas de roches éruptives et métamorphiques et les sédiments s'étendant au Sud et à l'Est du granite des Ballons, qu'un seul niveau, sous-étage du Carbonifère marin, le Viséen, daté par les fossiles découverts par Jourdan à Plancher-les-Mines et par Bleicher et Mieg, Voltz et Al. Tornquist à Bourbach-le-Haut et dans la vallée de Saint-Amarin, et par les gisements de plantes de Thann. Tout cet ensemble d'arkoses, de schistes, de tufs, de brèches, de coulées et de dykes qui s'étend au Nord de Belfort et de Lure jusqu'à la haute Moselle, au col de Bussang et à la vallée de Saint-Amarin, appartenait pour eux à ce seul sous-étage ; on le subdivisait d'ailleurs en trois niveaux, maintes fois pliés et repliés (A. Meyer², Van Verweke³).

Grâce au précieux appui que la pétrographie est venue prêter à la paléontologie, nous avons pu discerner une succession dans cet ensemble complexe où les fossiles sont rares, où les roches sont abondantes mais trop souvent décomposées et rendues diffi-

1. CR. Ac. Sc., 5 déc. 1910, CLI, p. 1080-1082.

2. A. MEYER. Beitrag zur Kenntniss der Culm in den Südlichen Vogesen. *Abh. zur. geol. Sp. Karte von Els.-Lothringen*, Bd. III, p. 73-102.

3. VAN VERWEKE. *Mittheil. der Geol. Landesanstalt von Els.-Lothr.*, Bd. IV, H. II, p. 79-80.

ciles à déterminer par la superposition des phénomènes de métamorphisme aux phénomènes purement éruptifs.

La série débute par un ensemble de *roches vertes pyroxéniques* et amphiboliques qui comprend des diorites, diabases et gabbros, généralement au voisinage du granite à amphibole (diorite de Saint-Jean, Saint-Maurice, de la vallée du Beuletin à l'Est d'Esmoulière, diabase aux Breuchots, au vallon de Prelles, gabbro du Wüstkopf au NW. d'Oberbrück), et principalement des porphyrites augitiques, oligoclasiques, andésitiques ou labradoriques, parfois ophitiques (porphyrite oligoclasique du ravin NW. de Mourrière, des bois E. d'Etuffont-Haut, porphyrite andésitique du Fouillie et du Chiottet, porphyrite labradorique du Rossberg et de la scierie Kolb sur la route de Giromagny au Ballon d'Alsace).

C'est en partie à des phénomènes d'endomorphisme et d'exomorphisme granitiques qu'il faut rapporter la diversité des structures et les différences de composition de ces roches qui peuvent provenir soit de la digestion de porphyrites pyroxéniques primitives, soit de la digestion de bancs calcaires (porphyrites secondaires, analogues à celles de Cressy-sur-Somme dans le Morvan).

Ces roches sont particulièrement abondantes dans une zone est-ouest, allant de la Tête des Neuf-Bois à la commune d'Amont, prise en écharpe par le granite des Ballons qui s'est chargé d'amphibole par endomorphisme.

Elles réapparaissent fréquemment en coulées et en dykes au milieu de schistes gris noirs dans la région de Belonchamp, de Mélisey, au Nord de Ronchamp et au Sud d'Etuffont-Haut; elles se retrouvent dans le lambeau primaire de Chagey, à l'Ouest de Belfort, aux confins méridionaux de la feuille de Lure, sous les schistes et calcaires à fossiles dévoniens.

Nous les considérons comme appartenant au *Dévonien moyen* et *supérieur*, principalement par suite de leur situation dans le lambeau de Chagey et aussi par suite de leur place à la base de la série étudiée. Elles rappellent de façon remarquable les porphyrites amphiboliques et pyroxéniques en relation avec les calcaires dévoniens de Diou et Gilly, dans le Morvan.

Au-dessus de ces roches vertes, se rencontrent des *orthoalbitophyres* qui les traversent et les recouvrent; ces roches sont rouge brun foncé, parfois verdâtres; elles montrent au microscope deux temps, le premier avec phénocristaux d'orthose, de microcline et d'albite, le second avec microlithes plus ou moins fins d'orthose et d'albite. Des *porphyrites oligoclasiques* se lient

à ces albitophyres sans que l'on puisse les en séparer sur le terrain.

Des brèches, principalement composées de roches pyroxéniques, d'albitophyres et de porphyrites oligoclasiques, sont particulièrement développées entre le Haut-du-Them et Servance; le métamorphisme granitique s'y manifeste localement par une feldspathisation intense et l'apparition d'agrégats de grands cristaux de feldspaths. Leur antériorité au granite à amphibole des Ballons est confirmée par l'existence de véritables filons de ce granite dans leur sein. Les conglomérats avec diabases et gabbros décrits près d'Oderen par G. Linck¹ doivent leur être rattachés.

C'est entre la commune d'Amont et Servance et entre Saint-Maurice, le Rouge-Gazon et la Tête des Neuf-Bois que les éruptions de ces roches présentent la plus grande extension sans intercalations de schistes; vers l'Est et le Nord-Est, elles apparaissent en coulées moins épaisses et plus rares, laissant place sur les crêtes du Rimbachkopf, dans la vallée de Saint-Amarin, vers Bussang et Oderen, à d'épaisses accumulations de schistes gris noir avec bancs arkosiens et à des tufs gris bleu, principalement albitophyriques, développés sur les hauteurs du Runschewald, du Schweiselwald, sur la rive gauche de la Thur. Ces schistes et tufs contiennent des débris de plantes, parfois abondants (environs de Bussang et montée de Felleringen au Trehkopf); ils sont fréquemment percés et métamorphisés par le granite (schistes micacés de Bussang, sur le chemin de montée au Drumont et sur la route d'Urbis; schistes micacés et maclifères d'Oderen, tufs granitisés au Sud du Marksteinkopf).

Les orthoalbitophyres, les porphyrites oligoclasiques, les tufs, schistes et arkoses, dont nous venons de parler, représentent un *Famennien* et un *Tournaisien* probables, impossibles à séparer avec précision l'un de l'autre; car nous n'avons pas trouvé ici comme dans le Morvan de fossiles caractéristiques, ni de cordons de poudingues pour délimiter la base du Tournaisien. Leur attribution à ces niveaux reste donc hypothétique; elle est principalement fondée sur leur ressemblance avec les niveaux similaires du Morvan et sur leur antériorité au Viséen, sans discordance notable; l'existence des coulées d'orthoalbitophyres, en particulier, rappelant les orthoalbitophyres des environs de Bourbon-Lancy dans le Morvan, ont été pour nous un trait de lumière.

Au-dessus de ces formations, le régime change brusquement.

1. G. LINCK. Geogn. Besch. des Thalhorns im oberen Amariner Thal. *Mitth. der Geol. Landesanstalt von Elsass-Lothringen*. Bd. IV, II, I, 71 p., 1892.

Le *granite* a cessé de monter; il n'a plus produit aucun métamorphisme ni dans les roches, ni dans les sédiments. Le *granite à amphibole* des Ballons (syénite des anciens auteurs) est, à notre avis, de même âge que le *granite gris porphyroïde*, si développé au Nord de la vallée de la Moselle; il y a passage progressif d'un type à l'autre (à l'Est de Fresse par exemple); le granite à amphibole résulte de la digestion endomorphe de roches pyroxéniques et de calcaires dévoniens.

Nous entrons dans le *Viséen* bien authentique; il est en effet fossilifère; les gisements de fossiles marins, groupés autour de Bourbach-le-Haut et du Rossberg, découverts par Bleicher et Mieg et par Voltz et bien étudiés par Tornquist, sont riches en grands *Productus* (*Prod. giganteus* MART., *Prod. corrugatus* M. COY) qui ne laissent aucun doute sur l'âge.

J'ai eu l'occasion de revoir en détail les fossiles que Jourdan a recueillis en 1847 dans les tufs arkosiens de la sortie nord de Plancher-les-Mines et qui sont déposés au Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; ils appartiennent bien à ce sous-étage et contiennent les mêmes *Productus* que ci-dessus.

J'ai trouvé en outre, entre ces deux gisements anciennement connus, un nouveau gisement fossilifère qui fait trait d'union, dans des conglomérats orthophyriques avec lentilles calcaires, situé à la frontière même, sur le revers sud-est du Trémontkopf, entre les bornes frontières 3478-79 et 82; à côté de débris variés de Brachiopodes, de Gastéropodes et de Lamellibranches, on y rencontre une grande abondance de Foraminifères, accumulés dans des lentilles de calcaire oolithique gris blanc, fétide. Les Foraminifères occupent, en général, le centre des oolithes. Des plaques minces de ces calcaires ont montré des *Endothyra*, *Nodosinella*, *Valvulina*, *Tetrataxis*, *Trochammina*, *Saccamina*, identiques à ceux des calcaires viséens du Morvan, de la Loire et de la Creuse.

Le *Viséen* débute par des poudingues et des arkoses blanc-rosé, composés de débris des roches antérieures (roches pyroxéniques, orthoalbitophyres, porphyrites oligoclasiques, granite); ces dépôts de rivage, qui indiquent une première période de régression de la mer, ne constituent pas un cordon continu, mais se retrouvent fréquemment à la base des tufs et des brèches éruptives. Les poudingues sont bien visibles sur le sentier qui monte de Plancher-les-Mines à Bel-Fahy; les arkoses à Chevetry et sur le chemin de Ternuay à Faucogney.

Mais les formations qui dominent de beaucoup dans le *Viséen* des Vosges sont, comme dans celui du Morvan, des tufs érup-

tifs qu'il faut rattacher à des éruptions labradoriques et surtout orthophyriques. Alors que le Viséen du Morvan, ne comporte, en fait d'éruptions, que des orthophyres et des microgranulites, celui des Vosges débute par des coulées basiques, principalement bréchiformes, de roches vertes rappelant le porphyre vert antique, celles des *labradorites de Bel-Fahy*; le premier temps est caractérisé par de grands cristaux de feldspaths zonés allant du Labrador acide à la Bytownite (contenant de 50 à 70 p. 100 d'*An*); le deuxième temps par de fins microlithes de Labrador (maximum des extinctions de la zone de symétrie perpendiculaire à $g' = 22$ à 25°); l'augite existe abondamment aux deux temps. Ces roches sont relativement peu répandues; on les rencontre principalement à Bel-Fahy et à Bourbach-le-Haut.

Les *orthophyres* forment de puissantes coulées prismées que l'on voit admirablement dans la vallée de l'Ognon, entre Servance et Ternuay où elles s'étagent avec un plongement de 45° vers le Sud-Ouest, à Plancher-les-Mines et sous le château de Rosemont. Ce sont des roches rouges, parfois grises quand elles sont très fraîches (Est de Rosemont); de grands cristaux de sanidine du premier temps tranchent en blanc sur le fond rouge du deuxième temps, riche en microlithes cristallitiques d'orthose et d'oligoclase, contenant souvent du quartz pœcilitique et des globules à croix noires, à fibres positives ou négatives; il y a passage à la microgranulite. Souvent il reste un résidu vitreux fluidal, présentant ou non des fissures perlitiques (orthophyres obsidienniques); dans quelques coulées, ce verre fluidal existe seul, avec quelques cristaux de sanidine et de très fins cristallites d'orthose, formant de vraies *obsidiennes* (au Nord de la Planche des Belles-Filles).

Les tufs et les brèches qui ont accompagné ces éruptions abondent; ce sont eux qui recouvrent les plus grandes surfaces; ils sont parfois remaniés par les eaux et passent à des conglomérats et à des arkoses riches en plantes (les débris végétaux des arkoses de Champary, au Sud-Ouest de Servance, rappellent ceux de Thann étudiés par Koechlin-Schlumberger et Schimper). Ce sont des tufs peu remaniés qui contiennent les fossiles découverts par Jourdan à Plancher-les-Mines; j'ai trouvé dans des tufs orthophyriques rouges, en apparence tout à fait éruptifs et intacts (sur le revers sud-ouest du Trémontkopf), des débris de tiges d'Encrines.

Des schistes, parfois abondants, avec plantes (Ballon Guinon), s'intercalent au milieu des formations éruptives. Les fossiles marins de Bourbach-le-Haut et du Hunsrück se trouvent dans des schistes.

Des *porphyres pétrosiliceux* et à *quartz globulaire* apparaissent au-dessus des orthophyres (Rougemont-Bitchweiler).

Les *microgranulites* ordinaires et augitiques (type Rochesson) sont postérieures aux roches précédentes.

La série se termine par des *orthophyres micacés*, variolitiques dont nous n'avons trouvé que quelques filons (route de Bussang à Urbis et au SE. de Ternuay).

L'étude chimique de ces différentes roches, fondée sur les analyses de M. Pisani (tableau A) et appuyée sur l'emploi de la classification américaine et des paramètres magmatiques de M. Michel-Lévy, confirme l'existence de deux séries distinctes : une série inférieure, se composant des roches antérieures à la mise en place du granite des Ballons (porphyrites augitiques variées et orthoalbitophyres), qui est *sodique* ; une série supérieure, se composant des roches postérieures à la mise en place du granite (orthophyres, orthophyres obsidienniques, porphyres pétrosiliceux, microgranulites, orthophyres micacés), qui est *potassique*. Le tableau B, dans lequel les roches sont rangées dans leur ordre d'âge, montre bien ces deux groupements ; il permet également de se rendre compte des similitudes de noms et de paramètres des roches reconnues semblables par l'étude microscopique, quoique recueillies en des points très distants les uns des autres.

C'est ainsi que les roches pyroxéniques dévoniennes se rapprochent des *hessoses* et des *andosés* ; types à fumerolle granitodioritique, méga-mésosodique, à scorie magnésienne, mégacalcique.

Les orthoalbitophyres, au Nord (I) comme au Sud (II) du massif granitique des Ballons, sont des *x* près *Kallerndose*, roches à fumerolle granitodioritique, méga-mésosodique, à scorie magnésienne-ferrique, microcalcique. Il est remarquable que ces particularités chimiques se reproduisent au Nord et au Sud de ce massif granitique.

Le granite à amphibole de la vallée des Charbonniers (VII *adamellose*), qui s'est chargé d'amphibole par digestion de roches pyroxéniques et de calcaires, a même fumerolle alcalino-granitique, méga-potassique, que le granite gris micacé, très pauvre en amphibole, du col du Page (VI *toscanose*) et n'en diffère que par sa scorie plus magnésienne et plus calcique ; elle est magnésienne, mégacalcique ; la scorie du granite gris micacé est magnésienne-ferrique, mésocalcique.

La porphyrite labradorique de Bel-Fahy (XIV) et celle de la Montagne de Fresse (XIII) sont identiques ; ce sont des *sho-*

Tableau A.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
	Ortho-albitophyre, Vallon des Charbonniers.	Ortho-albitophyre, granges des Evaudois.	Orthophyre, Servance, amont scierie roches.	Porphyre pérosiliceux, Bitschwiller.	Orthophyre, amont Plancher-les-Mines.	Granite, Col du Page.	Granite à amphibole, Vallon des Charbonniers.	Orthophyre obsidiennique, Sewen.	Orthophyre, aval Servance.	Gabbro, Fermé Villeroy.	Orthophyre micacé, Sud Ternuay.	Diorite, Saint-Maurice.	Labradorite, Montagne de Fresse.	Labradorite, Bel-Fahy.	Micro-Gabbro, E. Mélitey.	Porphyrite andésitique, augitique, Le Chiotlet.	Labradorite, Vogelstein.	Labradorite, Scierie Kolb.	Porphyrite oligoclasique ophitique, N. O. Mourière.
Ti O ²	0.20	0.25	0.78	0.27	0.72	0.40	0.98	1.16	1.34	1.04	1.42	1.72	1.32	1.44	1.51	0.79	1.72	1.34	1.03
Si O ²	78.00	76.30	69.90	69.90	66.50	66.55	62.30	60.91	59.55	53.20	53.10	52.83	52.20	51.50	49.11	48.30	48.00	47.40	46.60
Al ² O ³	11.30	11.25	14.60	14.62	16.50	15.50	16.01	16.40	16.70	17.90	11.90	18.10	19.30	20.25	21.40	14.50	18.60	20.70	17.20
Fe ² O ³	0.94	2.54	1.30	0.05	0.50	»	0.93	2.04	1.33	0.85	0.41	4.30	2.40	2.15	1.25	1.15	1.40	2.65	0.90
Fe O	0.71	0.24	0.39	1.53	2.52	3.15	3.42	2.71	2.52	7.10	5.45	5.58	3.77	4.77	4.50	6.60	6.80	6.50	6.40
Ca O	0.49	0.46	0.45	1.40	0.20	2.02	4.35	2.95	2.40	5.65	5.56	5.71	6.43	7.65	10.50	9.25	7.01	8.10	8.80
Mg O	0.92	0.40	1.17	1.14	1.05	2.71	3.23	1.54	1.46	5.71	6.85	3.57	4.10	2.45	3.1	10.70	5.80	3.75	10.90
K ² O	2.01	1.24	6.10	7.30	5.93	4.92	4.55	5.95	7.71	1.56	4.52	1.32	3.20	4.07	0.6	0.71	1.60	1.19	0.29
Na ² O	5.28	6.13	4.28	2.45	3.55	3.28	3.25	4.43	3.95	3.55	1.24	4.92	3.47	3.36	2.88	1.98	3.05	3.85	2.32
Perte au feu.	0.75	1.00	1.10	1.62	2.10	1.25	1.60	1.50	3.90	4.30	^{9.20} (dont Co ² = 6.1)	2.01	3.90	2.25	4.00	5.50	6.95	3.90	6.50
Total	100.30	99.81	100.07	100.28	99.74	99.78	100.62	99.59	100.86	100.86	99.65	100.05	100.09	99.89	99.69	99.48	100.93	99.38	100.94
P ² O ⁵	»	»	»	»	»	»	»	0.13	»	»	»	»	»	0.13	»	»	»	»	»

COMPOSITION MINÉRALOGIQUE NORMALE.

Or	11.8	7.1	36.1	43.2	34.9	29.0	26.6	34.9	45.6	9.5	26.6	7.7	18.9	24.3	5.9	4.1	9.5	7.1	1.8
Ab	44.8	50.8	36.4	20.3	29.6	27.9	27.1	37.3	33.0	29.6	10.2	41.5	29.6	26.3	24.6	16.9	25.4	30.4	19.4
An	0.5	»	2.0	7.0	1.0	9.9	15.9	7.4	5.0	27.8	13.4	23.3	27.0	27.3	41.7	28.3	32.2	35.2	35.4
F	57.1	57.9	74.5	70.5	65.5	66.8	69.6	79.6	83.6	66.9	50.2	72.5	75.5	77.9	72.2	49.3	67.1	72.7	56.6
Q	38.1	35.2	19.3	23.6	21.8	21.1	14.7	6.1	1.9	7.7	12.6	3.2	1.8	»	4.1	6.2	3.0	»	3.0
a	0.1	»	0.2	0.2	3.9	1.0	0.1	»	»	0.2	»	»	»	»	0.1	»	»	0.1	»
N	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1.4	»	»	»	0.8	»
Sal	95.3	93.1	94.0	94.3	91.2	88.9	84.4	85.7	85.5	74.8	62.8	75.7	77.3	79.3	76.4	55.5	70.1	73.6	59.6
x	4.1	5.7	5.1	4.4	6.2	9.4	14.6	12.2	11.4	21.7	27.6	22.4	18.7	18.2	19.4	38.3	23.8	21.4	34.8
Total	99.4	98.8	99.1	98.7	97.4	98.3	99.0	97.9	96.9	96.5	90.4	98.1	96.0	97.5	95.8	93.8	93.9	95.0	94.4
An %	0.01	»	5.2	39.0	3.2	26.5	37.0	16.6	13.2	48.5	56.8	35.9	47.9	51.0	62.8	62.8	56.0	52.0	64.6

Tableau B.

N ^o des analyses.	DÉTERMINATIONS pétrographiques et gisements (ordre d'âge).	CLASSIFICATION AMÉRICAINE										PARAMÈTRES MAGMATIQUES													
		Classe		Ordre		Rang		Subrang		Fumerolle					Scorie										
		x' %.		$y = \frac{F}{Q}$ ou $\frac{F}{L, N}$		$r = \frac{2k + 3n}{c}$		$r = \frac{k}{n}$		$\Phi = \frac{S \text{ sal}}{2k + 3n}$		$r = \frac{k}{n}$		$\Psi = \frac{\hat{F}}{m}$		$\Upsilon = \frac{\hat{F}}{c + c'}$									
X	Gabbro. Ferme Villery.....	22,5	II	Dosalane	8,7	V	Germanare	2,4	III	Andase	0,46	IV	Andose	3,4	IV	Alcalino-granitique	0,46	III	Méso-sodique	1,4	I	Magnésien	1,4	II	Méso-calciq.
XII	Diorite. Saint-Maurice.....	22,8	II	Dosalane	22,6	V	Germanare	3,7	III	Andase	0,26	IV	Andose	2,7	III	Syénitique	0,26	II	Méga-sodique	2,7	II	Magnésien-ferrique	1,7	II	Méso-calciq.
XV	Micro-gabbro. E. Melisey.....	20,2	II	Dosalane	17,6	V	Germanare	1,3	IV	Hessase	0,3	IV	Hessose	4	V	Granito-dioritique	0,3	II	Méga-sodique	1,6	II	Magnésien-ferrique	0,5	I	Méga-calciq.
XVI	Porphyrite andésitique, augitique. Le Chiottet.....	40,7	III	Salfémanc	7,99	V	Gallare	1,3	IV	Auvergnase	0,35	IV	Auvergnose	4,4	V	Granito-dioritique	0,35	II III	Méga-méso-sodique	0,7	I	Magnésien	0,8	I	Méga-calciq.
XIX	Porphyrite oligoclasiq. augitique, ophitique. NO. Mourrière.....	36,7	II	Dosalane	18,9	V	Germanare	1,3	IV	x près Hessase	0,13	V	x près Hessose	4,4	V	Granito-dioritique	0,13	I	Persodique	0,67	I	Magnésien	0,8	I	Méga-calciq.
XVII	Labradorite Vogelstein.....	25,2	II	Dosalane	22,5	V	Germanare	1,9	IV	Hessase	0,53	IV	Hessose	3,3	IV	Alcalino-granitique	0,53	III	Méso-sodique	1,4	I	Magnésien	1,2	II	Méso-calciq.
XVIII	Labradorite scierie Kolb.....	22,5	II	Dosalane	91	V	Germanare	1,9	IV	Hessase	0,3	IV	Hessose	2,08	III près IV	Syénitique près alcalino-granit.	0,3	II	Méga-sodique	2,5	II	Magnésien-ferrique	1,6	II	Méso-calciq.
I	Ortho-albitophyre. Vallon des Charbonniers.....	4,1	I	Persalane	1,48	III	Columbare	199	I	x près Kallerndase	0,38	IV	x près Kallerndose	3,8	V	Granito-dioritique	0,38	III	Méso-sodique	1,8	II	Magnésien-ferrique	8	III	Micro-calciq.
I	Ortho-albitophyre. Grange des Évaudois.	5,8	I	Persalane	1,61	III près IV	Columbare près Britannare	∞	I	x près Kallerndase	0,2	IV	x près Kallerndose	3,7	V	Granito-dioritique	0,2	I II	Per-méga-sodique	7	IV	Ferrique	5,6	III	Micro-calciq.
VI	Granite. Col du Page.....	9,6	I	Persalane	3,2	IV	Britannare	9,8	II	Toscanase	1,5	II	Toscanose	3,2	IV	Alcalino-granitique	1,5	V	Méga-potas-sique	1,7	II	Magnésien-ferrique	1,6	II	Méso-calciq.
VII	Granite à amphibole. Vallon des Charbonniers.....	14,7	II	Dosalane	4,7	IV	Austrare	5,8	II	Adamellase	1,4	III	Adamellose	3,1	IV	Alcalino-granitique	1,4	V	Méga-potas-sique	1,3	I	Magnésien	1,0	I II	Méga-méso-calciq.
XIII	Labradorite. Montagne de Fresse.....	19,4	II	Dosalane	42	V	Germanare	3,1	III	Shoshonase	0,91	III près IV	Shoshonose	2,7	III	Syénitique	0,91	V près IV	Méga-potas-sique	1,51	II près I	Magnésien-ferrique	0,97	I	Méga-calciq.
XIV	Labradorite. Bel-Fahy.....	18,6	II	Dosalane	55,8	V	Germanare	3,3	III	Shoshonase	1,2	III	Shoshonose	2,5	III	Syénitique	1,2	V	Méga-potas-sique	3,5	III	Ferro-magnésien	0,9	I	Méga-calciq.
III	Orthophyre. Servance, amont scierie roches.	5,1	I	Persalane	3,9	IV	Britannare	63	I	Liparase	1,4	III	Liparose	2,7	III	Syénitique	1,4	V	Méga-potas-sique	1,4	I	Magnésien	4,2	III	Micro-calciq.
V	Orthophyre. Amont Plancher-les-Mines.	6,4	I	Persalane	3,1	IV	Britannare	112	I	Liparase	1,7	III	Liparose	2,9	III	Syénitique	1,7	V	Méga-potas-sique	3	II III	Magn-ferrique à ferro-magnésien	15	III	Micro-calciq.
IX	Orthophyre, aval Servance.....	11,7	I	Persalane	14,2	V	Canadare	27,1	I	Phlégrase	2	III	Phlégrose	2,1	II	Alcalino-syénitique	2	V	Méga-potas-sique	2,5	II	Magnésien-ferrique	1,6	II	Méso-calciq.
VIII	Orthophyre obsidiennique. Se-wen.....	12,4	II	Dosalane	13,1	V	Germanare	16,7	II	Monzonase	1,3	II	Monzonose	2,29	II près III	Alcalino-syénitique près syénitique	1,3	V	Méga-potas-sique	3,1	III	Ferro-magnésien	1,7	II	Méso-calciq.
IV	Porphyre pétrosiliceux. Bilschwiller.....	4,4	I	Persalane	3	V	Canadare	15,6	II	Vulsinase	3,05	II	Vulsinose	3,14	IV près III	Alcalino-granit.	3,05	VI	Perpotassique	1,4	I	Magnésien	1,1	II près I	Méso-calciq.
XI	Orthophyre micacé. S. de Ternuay.....	30,2	II	Dosalane	4	IV	Austrare	4,7	III	x près Sagamase	3,75	II	x près Sagamose	3,4	IV	Alcalino-granit.	3,7	VI	Perpotassique	0,9	I	Magnésien	1,3	II	Méso-calciq.

shonoses, roches à fumerolle syénitique, mégapotassique, à scorie ferromagnésienne, mégacalcique. On remarquera combien ces roches qui, à première vue, ressemblent à certaines porphyrites labradoriques inférieures et à toute la série des roches pyroxéniques de la région, s'en distinguent nettement par l'analyse chimique et notamment par les quantités relatives de potasse et de soude; les porphyrites labradoriques antérieures au granite sont sodiques, les postérieures sont potassiques.

Les orthophyres (III, V, IX) se rapprochent du type *liparose*, à fumerolle syénitique, mégapotassique, à scorie magnésienne-ferrique, microcalcique. L'orthophyre obsidiennique (VIII) est une *monzonose*, à fumerolle identique, à scorie voisine (ferromagnésienne, mésocalcique).

On peut voir, par ce rapide aperçu, combien cette région primaire vosgienne présente d'analogies au point de vue stratigraphique, paléontologique et pétrographique avec le Morvan.

Un premier fait dominant, commun aux deux régions, est l'âge de la mise en place du granite, avant le début du Viséen, au sommet du Tournaisien.

Comme préluant à cette mise en place, de puissantes éruptions débutent au Dévonien moyen, avec une série de roches basiques, s'amplifiant au Dévonien supérieur et au Tournaisien, caractérisés par des albitophyres et des porphyrites oligoclastiques; ces éruptions proviennent d'un magma à fumerolle sodique; alors que les éruptions, plus puissantes encore, qui suivent immédiatement la mise en place du granite, celle des porphyrites de Bel-Fahy, des orthophyres et des microgranulites, des porphyres pétrosiliceux et des lamprophyres, proviennent d'un magma potassique, analogue à celui du granite lui-même.

La succession stratigraphique paraît avoir été sensiblement la même dans les deux régions, avec des dépôts analogues.

La boue calcaire à Foraminifères caractérise également le Viséen des Vosges et celui du Morvan.

Les grands plissements hercyniens datent également de la fin du Viséen; le Stéphanien et le Permien sont discordants sur les terrains antérieurs; ils sont relativement peu plissés et dénotent une moindre intensité des seconds plissements hercyniens de la fin du Permien.

Mais, si les analogies entre les deux régions sont multiples, il y a cependant de légères dissemblances.

D'abord dans la suite des éruptions: les orthophyres potassiques ont apparu dans le Morvan dès la fin du Tournaisien,

étant contemporains de la mise en place du granite ; dans les Vosges, les orthophyres paraissent un peu postérieurs ; ils sont viséens. Ils ont même succédé à des roches non représentées dans le Morvan, les porphyrites labradoriques de Bel-Fahy.

Les Tufs viséens des Vosges sont principalement orthophyriques et, quoique passant souvent à des types pétrosiliceux et microgranulitiques avec quartz libre, ils diffèrent cependant des tufs viséens du Morvan qui sont principalement microgranulitiques.

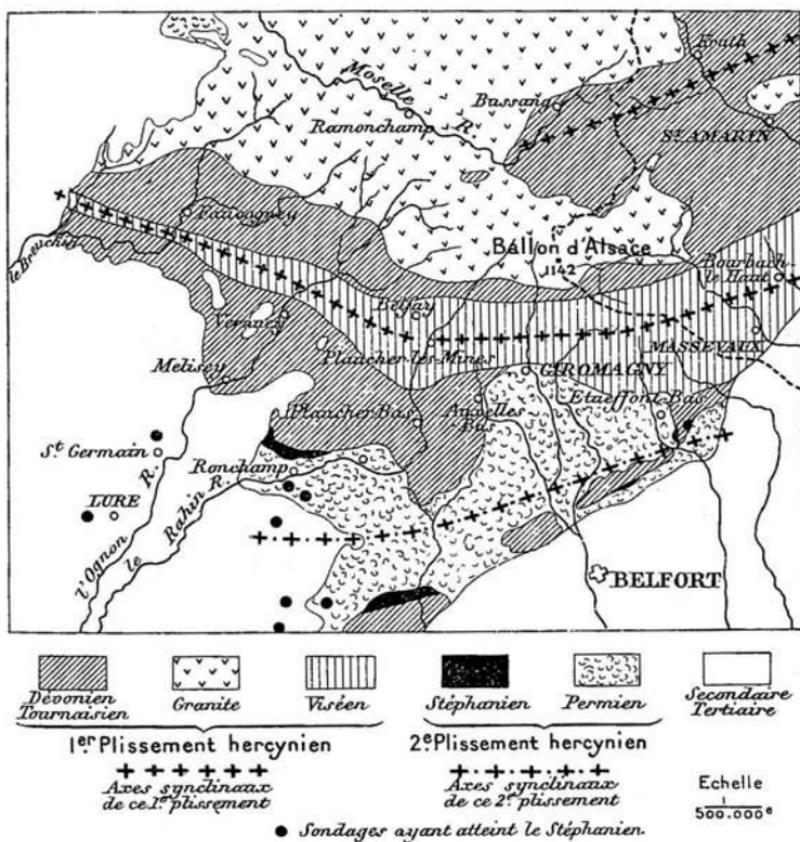


FIG 1. — Carte structurale du SUD DES VOSGES.

Les microgranulites et les lamprophyres sont bien moins abondants dans le Sud des Vosges que dans le Morvan ; l'activité éruptive a diminué plus tôt dans les Vosges, à la fin du Viséen ; mais, par contre, elle s'est prolongée pendant le Permien qui est riche en porphyres pétrosiliceux (val d'Ajol).

Le métamorphisme granitique a une allure un peu différente dans les Vosges ; difficile à délimiter dans les masses éruptives

qui entourent le granite des Ballons, il forme dans les schistes (vallée de Saint-Amarin) des auréoles plus réduites que dans le Morvan. Quoique ayant respecté, au Sud de Belfort, un lambeau de formations plus profondes (Dévonien moyen de Chagny), il a plus complètement effacé les niveaux du Dévonien supérieur et du Tournaisien autour du massif des Ballons que dans le Morvan.

La plus grande intensité des premiers plissements hercyniens peut être également invoquée pour expliquer l'effacement de la limite entre Dévonien supérieur et Tournaisien et aussi l'absence de cordons littoraux à la base du Tournaisien. La première émer-sion franche paraît s'être ici produite à la base du Viséen, fort peu de temps avant l'émersion définitive, alors que, dans le Morvan, elle date du début du Tournaisien, l'émersion définitive s'étant produite au milieu du Viséen.

Je terminerai en signalant l'allure imprévue des axes tectoniques mis au jour par nos études dans le Sud des Vosges (fig. 1); nous avons distingué, en synthétisant, un synclinal viséen (Plancher-les-Mines), un synclinal tournaisien (Bussang), séparés par un anticlinal à axe dévonien (Esmoulière à la Tête des Neuf-Bois), pris en écharpe par le granite des Ballons; enfin un vaste anticlinal débutant aux environs de Mélisey, ayant son axe au Dévonien de Chagey. Le synclinal permo-houiller de Ronchamp a pris naissance au milieu de ce dernier anticlinal. La direction de ces différents axes n'est pas, comme on le croyait, uniformément varisque, NNE.; elle paraît s'être modelée sur le massif granitique des Ballons, étant NNE. à l'Est de ce massif, mais devenant EW., puis légèrement NNW., c'est-à-dire armoricaine à l'Ouest.

Il est évident que la torsion des plis hercyniens au droit du Sud des Vosges peut en reporter la prolongation non vers le Morvan, mais plus au Nord.

NOTE SUR LE PROLONGEMENT PROBABLE VERS LE SUD, DU CHENAL HOULLER DE MAURIAC¹

PAR **Georges Mouret.**

Le « Chenal houiller de Mauriac² » est ce long sillon rectiligne, occupé en partie par des grès houillers, qui traverse du NNE. au SSW. le Plateau Central depuis Souvigny au Nord, jusqu'à Saint-Mamet, au Sud de la vallée de la Cère.

L'existence de ce sillon aurait été signalée, la première fois, par les auteurs de la Carte géologique de France³. Ils en rattachaient la formation aux forces qui ont présidé à l'édification des Vosges.

Le chenal de Mauriac est l'accident caractéristique le plus apparent du Plateau Central. Aussi est-il mentionné dans tous les travaux publiés sur ce Massif, mais il n'a encore fait l'objet d'aucune étude d'ensemble, et il n'a été, en général, que sommairement décrit dans ses diverses parties. Son étude sera, au reste, assez délicate, en raison du métamorphisme des terrains qui constituent le substratum des sédiments houillers, et de l'absence de tout terrain stratifié non métamorphique autre que le Carbonifère.

Sur l'allure même des couches cristallines, sur les conditions du dépôt des sédiments houillers, l'accord ne s'est pas encore établi. Les uns supposent que le terrain houiller aurait couvert jadis de vastes espaces, et que les dépôts actuels ne représentent qu'une partie des anciens dépôts et doivent leur conservation à un effondrement entre deux cassures parallèles ; les autres, et c'est la majorité des auteurs contemporains, admettent que ces dépôts n'ont jamais rempli qu'une ancienne dépression, qui tire son origine des plissements comme des fractures du massif cristallin.

Tout le monde, d'ailleurs, reconnaît l'existence d'une zone rectiligne NNE.-SSW. de schistes anciens plissés et fracturés⁴.

1. Note présentée à la séance du 5 décembre 1910.

2. G. MOURET. Bassin houiller et permien de Brive, 1891, p. 24-25.

3. DUFRENOY ET ELIE DE BEAUMONT. Explication de la Carte géologique de France. Tome I, 1841, p. 105 et 107.

4 Il est remarquable que cette zone de schistes persiste à la traversée des quatre grandes masses granitiques du Plateau Central : granite de Montluçon, granite de Guéret, granite de Millevalche et granite du Cantal.

D'autre part, il paraît bien établi, par les coupes de divers bassins houillers¹, que cette zone a subi, postérieurement à l'époque de la formation houillère, une forte compression, à la suite de laquelle les couches gréseuses et les nappes éruptives qui y sont associées sont restées plissées, et en certains points, au Sud, pincées et laminées dans la masse cristalline schisteuse². La largeur du bassin primitif a donc dû se trouver forcément diminuée; en quelques endroits, celle des affleurements n'est plus que de quelques mètres.

La question de l'extension en longueur de la zone fracturée et des dépôts houillers qui l'occupaient originairement n'a pas encore fait l'objet d'études précises, et n'a donné lieu qu'à de simples conjectures.

L'objet de cette note est de discuter l'opinion courante sur le prolongement de la zone vers le Sud, et d'en rechercher la direction probable, étant entendu que, faute de données suffisantes, il n'est actuellement possible que de faire des hypothèses, et d'en écarter les conjectures qui ne sont pas d'accord avec les faits.

A première vue, et d'après les cartes d'ensemble, et notamment la carte au millionième, il semble que la zone de Mauriac, si elle se prolonge, doit emprunter la direction de la grande faille de Villefranche (d'Asprières à la Guépie) qui en a, à quelques degrés près, la direction générale.

C'est effectivement ce qu'admettent les géologues qui ont eu l'occasion de mentionner le chenal de Mauriac dans leurs travaux.

Marcel Bertrand, qui range ce chenal dans son groupe du réseau de plis perpendiculaires aux plis concentriques, le prolonge, à en juger par la carte annexée à son mémoire³, jusque vers Foix, dans l'Ariège.

M. Bergeron a admis autrefois, sans cependant mentionner explicitement le chenal de Mauriac, que la faille de Villefranche se prolonge jusque dans le Cantal⁴ et la carte annexée à un mémoire postérieur du même auteur⁵ figure une grande faille s'étendant de Moulins à Najac.

1. Voir notamment les travaux de MM. Boule et De Launay et les recherches de M. Coerchon (*in* Régions volcaniques du Puy-de-Dôme, par GLANGEAED).

2. M. BOULE. Géologie des environs d'Aurillac et observations nouvelles sur le Cantal, 1900. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 76, p. 10.

3. M. BERTRAND. Lignes directrices de la géologie de la France, *CR. Ac. Sc.*, 1891.

4. BERGERON. Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central, 1889, p. 198.

5. BERGERON. De l'extension possible des différents bassins houillers de la France, 1896. *Mémoires de la Société des Ing. civils de France*, mai 1896.

M. A. Thevenin prolonge également jusqu'à Najac le chenal de Mauriac qu'il considère comme une zone effondrée, grâce à laquelle ont été conservés une partie des dépôts houillers autrefois beaucoup plus étendus¹.

M. Boule a fait remarquer que la faille qui coïncide avec la limite du massif granitique de Peyrusse, au Sud d'Asprières, paraît être sur le prolongement des grandes cassures limitant le chenal houiller de Mauriac².

Enfin tout récemment, M. Glangeaud, qui considère le chenal de Mauriac comme une zone disloquée et fracturée, à allure synclinale, exprime aussi l'opinion que cette zone s'étend jusqu'à Asprières. Il suppose, d'autre part, qu'un chenal oligocène s'est superposé à l'ancien chenal houiller³.

Les différents géologues qui se sont occupés, d'ailleurs incidemment, de la question, sont donc d'accord pour admettre que cette longue dépression qui traverse le Plateau Central depuis Souvigny, se dirige, au Sud, sur Asprières en se prolongeant, soit par la grande faille de Villefranche, soit par la faille qu'on suppose former la limite occidentale du massif de granite de Peyrusse, et que j'appellerai provisoirement la faille d'Asprières, car elle traverse exactement l'extrémité orientale de ce village.

Je ne crois pas que l'opinion commune soit bien fondée. Les faits géologiques que j'ai pu constater ne me permettent pas d'admettre que la zone de Mauriac se prolonge par Asprières.

J'estime que si ce sillon se prolonge, il doit aboutir au sillon de Livinhac qui, au Nord, termine le bassin de Decazeville.

J'exposerai les motifs de mon opinion, en examinant : 1° comment se comportent, vers le Nord, les deux failles de Villefranche et d'Asprières; 2° comment se sont effectués les dépôts oligocènes; 3° comment est dirigé le chenal de Mauriac dans sa partie méridionale; 4° quelles sont ses relations de position et de direction avec la partie du bassin de Decazeville qui s'étend au Nord de la vallée du Lot, c'est-à-dire le bassin de Livinhac.

1° La carte annexée au mémoire de M. Thevenin sur la bordure sud-ouest du Massif Central, figure la faille de Villefranche avec un prolongement probable vers Maurs (Cantal), mais d'après la feuille géologique de Figeac, à 1/80 000, cette faille ne pourrait plus être observée au Nord de la route d'Asprières à Capdenac.

1. A. THEVENIN. Études géologiques de la bordure sud-ouest du Plateau Central, 1903. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 95, p. 22.

2. M. BOULE. Notice explicative de la feuille de Figeac, 1904.

3. GLANGEAUD. Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, 1909, p. 129, 132, 133.

Mes propres explorations m'ont permis de reconnaître qu'il n'en est pas ainsi, et que la faille de Villefranche se prolonge au delà de la route, mais sans atteindre probablement la vallée du

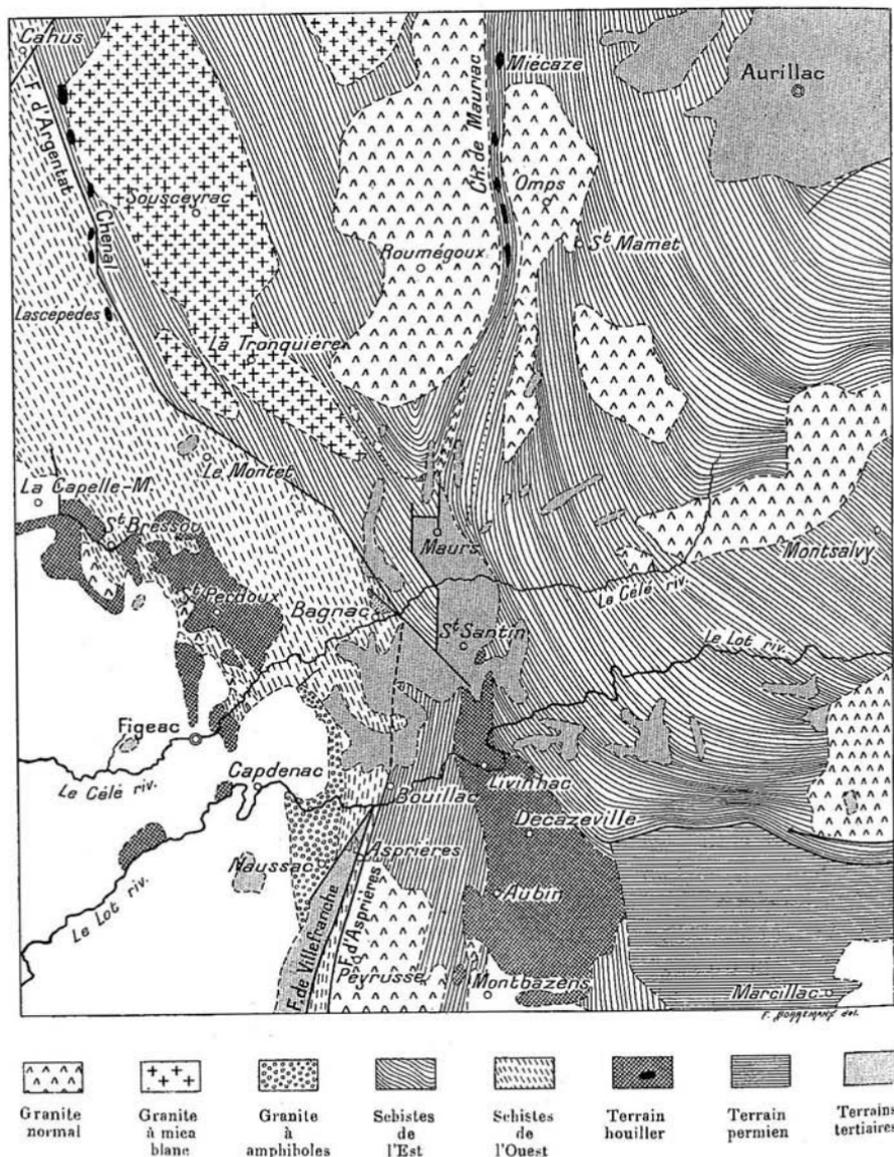


FIG. 1. — Carte géologique des ENVIRONS DE MAURS (Cantal). — 1/425000 env.

Lot. Elle sépare encore un lambeau de calcaire oligocène, lambeau plus étendu que ne le figure la feuille géologique. Au delà, je n'ai plus observé d'indices de fracture ; il est donc possible que la faille s'arrête à l'extrémité nord du lambeau oligocène ; elle se raccorderait alors, en ce point, à une autre faille (faille passant par la station de Naussac), de telle sorte que le bassin effondré d'Asprières se terminerait par un coin très aigu, que forme la rencontre des failles de Villefranche et de Naussac¹.

Dans tous les cas, la faille de Villefranche n'atteint pas le massif compris entre les vallées du Lot et du Célé. Aucune des dislocations qu'on observe dans ce massif grâce à la présence des sables et calcaires oligocènes, ne peut être rattachée au prolongement de la grande faille de Villefranche. Les unes sont dirigées NW.-SE., les autres NS. et toutes n'ont qu'une longueur très limitée.

Rien n'appuie, d'ailleurs, l'hypothèse que la faille de Villefranche serait d'origine ancienne et qu'une de ses sections aurait joué dans les temps tertiaires². La faille de Villefranche appartient au groupe des fractures qui se sont produites lors du dernier mouvement général d'affaissement qui a déterminé la formation de la fosse tertiaire de l'Aquitaine ; ces fractures n'ont, d'ailleurs, guère pénétré à l'intérieur du Massif central.

A cause de sa terminaison au Nord, et par son âge, la faille de Villefranche reste donc distincte des fractures que l'on suppose subordonnées à la zone de Mauriac. Malgré la communauté de direction générale, elle n'en peut être considérée comme le prolongement.

Reste la question de la faille d'Asprières. Boisse, cet excellent géologue, qui, le premier, paraît avoir reconnu l'existence de la faille de Villefranche³, ne mentionne pas celle d'Asprières.

Quoique sur la carte annexée à son mémoire⁴, M. Bergeron ait confondu les deux failles de Villefranche et d'Asprières, dans son texte, cet auteur distingue bien deux fractures, car il fait remarquer que le massif granitique de Peyrusse est bordé par des mica-schistes à l'Ouest, et que le contact des deux terrains semble se faire par faille.

1. G. MOURET. Comptes rendus de la campagne 1901. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 85, p. 57.

2. G. MOURET. Comptes rendus de la campagne de 1903. *Bul. Serv. Carte géol. France*, n° 98, p. 63.

3. B. BOISSE. Esquisse géologique du département de l'Aveyron, 1870, p. 159.

4. BERGERON. Étude géologique du massif ancien situé au Sud du Plateau Central, 1889, p. 259.

J'ai, en 1903, signalé la vraisemblance de cette supposition¹, en appelant l'attention sur les caractères de la limite occidentale si nette, si régulière, et presque rectiligne du massif granitique homogène, auquel est accolée une zone très hétérogène de schistes plus ou moins métamorphisés. Cette limite est trop tranchée pour ne pas correspondre à une ligne de fracture peut-être antérieure à la formation du granite.

Mais ce qui rend surtout l'existence d'une fracture probable c'est que la ligne en question se prolonge géométriquement, au Nord du massif granitique, par une faille évidente, que révèle une étroite zone de broyage qui sépare des terrains dont la différence est accusée non seulement par le degré et la nature de leur métamorphisme, mais encore, autant qu'on peut en juger actuellement, par leur composition primitive.

Cette faille a été figurée sur la feuille de Figeac, mais incomplètement. Elle n'y est tracée, depuis Asprières, que jusqu'au village de Bouillac. En réalité, elle se prolonge bien au delà. A Bouillac, elle est très nette, et on peut la suivre plus au Nord presque vers la naissance du vallon, où son passage coïncide avec des filons de porphyrite. Sur le plateau elle est masquée par les dépôts sableux de l'Oligocène. Si, en deux ou trois points, à Guirande et autour du Mas-Roux, le substratum cristallin se trouve à découvert, le métamorphisme des schistes, leur altération et le peu d'étendue des affleurements visibles ne m'a pas permis, au cours d'une exploration, d'ailleurs assez sommaire, de reconnaître le passage exact de la faille.

On peut cependant observer encore là une certaine différence de nature entre les schistes à l'Est, et les gneiss granitiques à l'Ouest, et il est d'autant plus probable que la faille se prolonge à travers le massif qui sépare la vallée du Célé de celle du Lot, que l'on retrouve la zone de broyage à la Darse, près du Trioulou, sur la rive gauche du Célé et elle se poursuit avec les mêmes caractères sur la rive droite.

Au passage de la vallée du Lot, la direction de la faille s'était infléchie vers le Nord ; au passage de la vallée du Célé se manifeste une inflexion encore plus accentuée dans le même sens ; la faille se dirige alors au NW. ainsi que le figurent les cartes annexées au Compte rendu de mes explorations de 1902². Elle continue à séparer, mais plus nettement qu'au Sud, les schistes

1. G. MOURET. Compte rendu de la Campagne de 1902. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 91, p. 63.

2. G. MOURET. Comptes rendus de la Campagne de 1902. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 91, p. 63.

sériciteux de composition très uniforme de la région orientale, des schistes micacés acides, avec intercalations basiques, de la région occidentale. Jalonnée plus loin par la serpentinite de Paramelle, et par les filons de quartz de Terrou, elle se prolonge, au Nord-Ouest, sur la feuille de Mauriac, puis sur celles de Brive et de Tulle où je lui ai donné le nom de *faille d'Argentat*¹.

Ainsi donc la faille ancienne d'Asprières, pas plus que la faille récente de Villefranche, ne se prolonge dans la direction du chenal de Mauriac. En s'infléchissant, à partir des vallées du Lot et du Célé, dans la direction du Nord-Ouest, la faille d'Asprières épouse la direction des schistes anciens; elle n'est que la suite du grand accident qui, depuis Eymoutiers et peut-être même Bourganeuf, sépare du massif granitique central, le plateau gneissique du Limousin.

Il convient de noter que ni l'une ni l'autre des deux failles, j'insisterai sur ce point plus loin, ne se trouvent exactement dans le prolongement géométrique du chenal de Mauriac. Elles sont seulement parallèles à la direction générale de la zone, mais ce fait ne peut servir, à lui seul, à établir une connexion directe entre les deux accidents et la raison principale de penser que le chenal se prolonge vers Asprières, disparaît.

2° Si les raisons tirées de la direction ne peuvent suffire, peut-être serait-on tenté d'invoquer l'hypothèse faite par M. Glangeaud, qu'au chenal houiller de Mauriac se serait superposé un chenal oligocène qui, depuis le bassin de Pontaurmur, s'étendrait jusqu'aux lacs de Mauriac et d'Aurillac². Dans cet ordre d'idées, les bassins de Saint-Santin et d'Asprières devraient être rattachés à ce chenal oligocène, et par conséquent le chenal houiller lui-même se continuerait bien par Asprières.

Mais comme l'a fait remarquer M. Boule³ les affleurements oligocènes, très restreints et souvent délimités par des failles, ne sont pas en rapport, quant à l'étendue, avec les bassins de sédimentation, lesquels ont dû couvrir de vastes espaces. Dans la région ici envisagée (feuille de Figeac), les dépôts en question s'étendent, au NW. jusqu'au Montet, à l'Est jusque Campuac, à l'Ouest sur toute l'étendue des Causses. On ne saurait donc là parler de chenal oligocène. Il est, d'ailleurs, à prévoir que les

1. Cette faille n'est figurée ni complètement, ni exactement sur la deuxième édition de la carte au millionième. Pour la partie au Nord du Célé, jusqu'à Trégnac, on en trouvera le tracé d'ensemble plus exact sur la carte annexée à mon mémoire sur la géologie de la partie sud-ouest du Plateau Central.

2. GLANGEAUD. *Op. cit.*, p. 7 et 132.

3. M. BOULE. Notice explicative de la feuille de Figeac.

étroits bassins de sédimentation de la période stéphanienne, creusés dans un massif montagneux, ne peuvent avoir de rapports bien déterminés de position avec les bassins oligocènes, formés à la surface d'une sorte de plateau ou de pénéplaine.

L'argument tiré de l'orientation du groupe des bassins oligocènes fait donc défaut, et l'on ne saurait davantage invoquer la direction des fractures qui découpent le bassin de Maurs. Les unes sont dirigées du Nord-Ouest au Sud-Est, et d'autres, dirigées, il est vrai, du Nord au Sud, sont subordonnées aux premières et ne se rattachent pas à la faille de Villefranche. Toutes sont d'ailleurs d'étendue limitée, je l'ai déjà fait observer.

En résumé, qu'on se place au point de vue de la continuité, qu'on veuille tenir compte de la direction, ou que l'on envisage les accidents de la période oligocène, on ne trouve aucune raison bien déterminante de chercher le prolongement du chenal de Mauriac dans la direction d'Asprières ou de Najac.

3° J'ai déjà eu l'occasion, à diverses reprises¹, d'indiquer que ce prolongement, s'il a existé, devait être orienté dans la direction du bassin de Decazeville. Il y a des motifs pour conjecturer cette direction, malgré l'absence, au Sud des dépôts de Saint-Mamet, d'autres dépôts houillers ou de toute trace apparente de fractures du massif cristallin.

Les dépôts de Saint-Mamet, qui occupent l'extrémité sud du grand chenal houiller, ont été décrits avec quelque détail par M. Boule². Composés de grès, de poudingues, et de nappes éruptives andésitiques ou trachytiques, ils sont laminés et pincés dans les schistes.

Ceux-ci n'occupent qu'une étroite bande, comprise entre deux massifs de granite. Très resserrée vers Pers, cette bande s'élargit graduellement au Sud, et les massifs de granite disparaissent avant d'atteindre Maurs et la vallée du Célé.

Le dépôt houiller le plus méridional du groupe de Saint-Mamet est situé près du hameau de Messermon, sur le faite qui sépare le bassin de la Cère de celui du Célé. Plus au Sud, M. Boule n'a observé aucune trace d'affleurements de grès houillers ou de nappes porphyriques.

Cependant la direction du chenal reste apparente, et bien marquée par la limite orientale si régulière du massif granitique de Saint-Mamet, limite jalonnée par des filons de porphyrite.

1. G. MOURET. Bassin houiller et permien de Brive, 1891, p. 24, et pl. 1, fig. 4. — Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau Central, 1898, *op. cit.*, p. 602, 603. — Comptes rendus de la Campagne 1903. *Bull. Serv. Carte géol. France*, 1904, 110, p. 60.

2. M. BOULE. Géologie des environs d'Aurillac, 1900, p. 10.

Elle est également marquée, du côté de l'Ouest, par une étroite traînée de granite, et de schistes granitisés, qui s'étend de Rouziers à Quézac, et qui peut être considérée comme une apophyse concentrique du massif granitique de Roumégoux. Cette direction, qui est d'ailleurs celle de la bande schisteuse sur laquelle reposent, au Nord, les dépôts houillers de Miécaze et de Messermon, est exactement nord-sud. Le chenal de Mauriac, qui jamais ne se sépare des schistes, se trouve donc nettement orienté, vers le Sud, dans la direction du bassin de Decazeville, et non pas dans celle d'Asprières.

4° La direction générale du bassin de Decazeville est celle du NNW. au SSE., et M. Bergeron était, pour ce motif, primitivement disposé à prolonger ce bassin par celui de Saint-Perdoux ¹. De même sur la carte annexée à la note que Marcel Bertrand a publiée, en 1888, au sujet de l'âge et de la disposition des bassins houillers du Plateau Central, le bassin de Decazeville est figuré avec une direction semblable, et rattaché, pour sa formation, aux plissements du bord sud-ouest du Plateau Central ².

Mais à la suite d'une étude plus approfondie ³, M. Bergeron a été conduit à admettre que peut-être le « chéneau » dans lequel se sont déposés les sédiments houillers de Decazeville se prolonge, au Nord, du côté du bassin de Saint-Sernin [Saint-Santin].

A l'examen de la carte géologique à 1/80 000, on constatera, en effet, que dans la partie située au Nord de la vallée du Lot, le bassin de Decazeville n'a plus qu'une très faible largeur, et tend à prendre une direction nord-sud, avec des caractères qui rappellent ceux du chenal de Mauriac. Non seulement la direction est la même, mais si on la prolonge géométriquement, elle aboutit à la partie sud de ce chenal.

De plus, la composition des dépôts est sensiblement la même dans la partie sud du chenal de Mauriac et dans la partie nord du bassin de Decazeville ou bassin de Livinhac : grès et schistes houillers associés à des tufs et à des nappes de roches éruptives. M. Boule rapproche les gisements « d'orthophyres » de Saint-Mamet des importants gisements porphyritiques de Decazeville ⁴.

1. BERGERON. Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central, 1889, p. 198.

2. J'avais exprimé primitivement la même opinion. Comptes rendus de la Campagne de 1898. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 69, p. 36.

3. BERGERON. Étude géologique du bassin houiller de Decazeville, 1900. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXVIII, 1900, p. 727.

4. M. BOULE. Comptes rendus de la Campagne de 1899. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 73, p. 35.

Il y a donc des raisons très sérieuses de considérer le bassin de Livinhac comme le prolongement et l'aboutissant du chenal de Mauriac ¹, à supposer que le chenal en question ait eu un prolongement.

Ce qui empêche de conclure avec certitude à un prolongement, c'est l'existence d'une lacune entre les deux bassins. Les affleurements houillers du bassin de Livinhac disparaissent, au Nord, à la ferme de Latapie, sous le manteau des sables et argiles oligocènes. J'ai bien observé, encore plus loin au Nord, dans le fond d'une petite dépression située sur le plateau, au Sud-Est de Saint-Santin, un affleurement très réduit de la coulée andésitique, qui occupe le bord oriental du Houiller de Livinhac, mais au delà et jusqu'à la vallée du Célé, les dépôts oligocènes masquent entièrement le substratum.

Vers le Célé, les schistes reparaissent, mais on n'observe plus aucune trace du terrain houiller, et seulement des filons d'une roche déterminée par M. Boule comme porphyre à quartz globulaire (d'origine secondaire) et des filons de porphyrite. Or les filons de porphyre, sans doute d'âge houiller, ne se trouvent pas tous strictement cantonnés dans l'étendue des bassins houillers, et l'on ne peut conclure de leur présence à l'existence ancienne de sédiments houillers. La continuité des dépôts demeure donc douteuse.

Il est remarquable qu'il existe aussi, dans la région, une lacune au Sud d'un autre chenal, celui des dépôts houillers qui accompagnent la faille d'Argentat ². Ces dépôts, au Sud d'Argentat, pincés dans les schistes anciens, se présentent sensiblement avec la même allure que celle des dépôts de Saint-Mamet, mais sans être associés à des produits éruptifs. Les dépôts les plus méridionaux de cette série s'observent près de la ferme ou hameau de Lascépèdes ³; ils sont, là, accrochés aux flancs escarpés d'un affluent de la Bave. Or, ils se tiennent sur un parallèle bien voisin de celui de Saint-Mamet, et ce n'est que plus loin, au Sud, qu'est situé le bassin de Saint-Perdoux, aboutissant possible du chenal d'Argentat, ou partie élargie de ce chenal ⁴.

1. M. Boule, dans une note déjà ancienne, paraissait partager cette manière de voir, en faisant mention de la dépression houillère « Decazeville-Commentry ». Comptes rendus de la Campagne de 1896, *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 59, p. 56.

2. G. MOURET, Bassins houillers et permieux de Brive, 1891, p. 21.

3. G. MOURET. Comptes rendus de la campagne de 1898. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 69, p. 36.

4. Le bassin de Saint-Perdoux paraît être un bassin intérieur, plutôt que littoral; il est douteux qu'il y ait eu, comme il y a eu, à Decazeville, à Cublac, etc., une communication avec les fosses comblées plus tard par les sédiments permieux.

Ces lacunes observées dans les affleurements sont-elles simplement le résultat des érosions post-stéphaniennes, ou sont-elles primitives, et dues à l'existence d'un faîte qui aurait séparé les bassins littoraux des chenaux de l'intérieur du Plateau, c'est ce qu'il est impossible, pour le moment, de décider. Mais, s'il n'y a pas eu continuité de dépôts, s'il existait des seuils, cependant, en tant qu'accidents topographiques liés aux fractures et aux plissements du massif cristallin, les bassins en question devaient constituer l'aboutissant des chenaux.

Je ferai remarquer, en terminant, que la faille d'Argentat-Asprières ne se soude pas à la zone des fractures de Mauriac, contrairement à ce que j'avais autrefois supposé¹ ; les deux directions qui me semblaient converger vers un même point se rapprochent graduellement, mais sans se rencontrer. A la hauteur de Bagnac, leur écartement, qui est minimum, atteint encore quatre kilomètres.

Au Sud de Bagnac, dans la traversée du massif schisteux qui sépare les vallées du Célé et du Lot, les deux directions sont parallèles. A partir de la vallée de Lot, je l'ai déjà fait remarquer, les schistes cristallins situés à l'Ouest de la faille d'Argentat changent de direction. Il en est de même des schistes situés à l'Est du prolongement de la zone de Mauriac, ainsi qu'il résulte des relevés de M. Boule.

La petite carte annexée à cette note montre combien l'allure des terrains anciens est différente de part et d'autre des zones que j'envisage.

A l'Ouest, la direction des plissements, d'abord NW.-SE. devient, quand on se dirige vers le Sud, NNE.-SSW., dessinant ainsi une courbe dont la convexité adoucie est tournée vers l'Est.

A l'Est, la direction des plissements, d'abord NE., change assez brusquement et s'infléchit vers le SE. et l'Est, puis, dans l'Est du Plateau Central, elle prend franchement la direction varisque. La courbe que dessinent ces plissements présente donc un angle saillant presque aigu, du côté de l'Ouest.

Le massif schisteux qui sépare la vallée du Lot de celle du Célé, sur le méridien de Maurs, est donc, en quelque sorte, écrasé entre deux chaînes de plissements qui semblent s'opposer l'une à l'autre.

1. G. MOURET. Remarques sur la Géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France. *B.S.G.F.*, (3), XXVI, p. 601.

LES BRYOZOAIRES FOSSILES DES TERRAINS DU SUD-OUEST DE LA FRANCE

PAR **F. Canu.**

PLANCHES XVI-XIX.

V. LUTÉTIEN¹.

M. Linder a envoyé à l'École des Mines les Bryozoaires récoltés dans le sondage de Bruges (Gironde) à 163 m. de profondeur.

Sur les trente-quatre espèces classées, il y en a dix-sept qui appartiennent au Bassin de Paris. Les quelques espèces nouvelles seront décrites plus tard.

<i>Onychocella angulosa</i> REUSS.	<i>Retepora Beaniana</i> KING.
<i>Heterocella polymorpha</i> CANU.	<i>Filisparsa nummulitorum</i> D'ORBIGNY.
— <i>fragilis</i> DEFRANCE.	<i>Filisparsa typica</i> REUSS.
<i>Smittipora fragilis</i> D'ORBIGNY.	<i>Lichenopora grignonensis</i> MILNE-EDWARDS.
<i>Cribilina chelys</i> KOSCHINSKY.	— <i>Defranciana</i> MICHELIN.
<i>Tubucellaria mamillaris</i> MILNE EDWARDS.	— <i>turbinata</i> DEFRANCE.
<i>Fedora dactylus</i> D'ORBIGNY.	— <i>erecta</i> D'ORBIGNY.
<i>Hippoporina subchartacea</i> D'ARCH.	<i>Idmonea milneana</i> D'ORBIGNY.
— <i>porosa</i> GOTTARDI.	<i>Idmonea coronopus</i> MILNE-EDWARDS.
<i>Porella regularis</i> REUSS.	<i>Hornera hippolythus</i> DEFRANCE.
<i>Peristomella alifera</i> REUSS.	— <i>crispa</i> DEFRANCE.
<i>Schizoporella geminipora</i> MANZONI.	

VI. BARTONIEN.

J'ai disposé de la collection Pratt conservée à l'École des Mines et des matériaux que M. Détrouyat a bien voulu m'envoyer il y a quelques années. Ces matériaux proviennent des couches 7 (Lutécien supérieur) et 8 (Auversien) de Léon Bertrand. Cette dernière est de beaucoup la plus riche.

Les spécimens de l'École des Mines ont été récoltés :

1° au rocher de la Goueppe : Lutécien supérieur.

1. Voir : *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906; (4), VIII, 1908, p. 382 et suivantes; (4), IX, 1909, p. 442 et suivantes.

2° à la côte des Basques : Bartonien inférieur de M. Henri Douvillé.

3° au phare de Biarritz : Bartonien supérieur de M. Henri Douvillé.

Le terme d'*Auversien* tend de plus en plus à être adopté pour le Bartonien inférieur : je l'ai admis aussi. Mais pour le Bartonien supérieur, je conserve toujours le terme de *Priabonien* que j'ai employé dans toutes mes publications antérieures. Les couches à Bryozoaires du Vicentin sont d'une richesse inouïe : elles fournissent donc un excellent terme de comparaison. D'ailleurs dans le même étage se classent Latdorf en Allemagne, Koloswar en Transylvanie, Wola Luzanska en Galicie, Bude en Hongrie, Gaas sur notre propre territoire.

La faune auversienne est à peine connue. J'ai cité quelques espèces dans mon Mémoire sur les environs de Paris et Reuss en a cité une dizaine d'Oberburg en Styrie. Les riches couches de Biarritz à la côte des Basques nous révèlent donc cette faune intéressante. Il y a environ 60 espèces : nous en publions aujourd'hui 25.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie bartonienne est assez pauvre. Je la donne complète ici. Les indications bibliographiques du corps de l'ouvrage seront toujours données en abrégé pour éviter les répétitions inutiles.

1846. D'ARCHIAC. Description des fossiles recueillis par M. Thorent dans les couches nummulitiques des environs de Bayonne. *Mémoires de la Société géologique de France*, 2^e série, vol. II, p. 180.
1847. D'ARCHIAC. Description des fossiles du groupe nummulitique recueillis par MM. Pratt et Delbos aux environs de Bayonne et Dax. *Mém. de la Société géologique de France*, 2^e série, vol. III, p. 413.
1847. A.-E. REUSS. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, Wien, 410.
1862. F. STOLICZKA. Oligocene Bryozoen von Laldorf in Bernburg. *Sitzungsberichte der R. Akademie der Wissenschaften*, Wien, 8^o.
1864. A.-E. REUSS. Die fossilen Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg in Steiermark. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, XXIII, 4^o.
1869. A.-E. REUSS. Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, LVIII.
1869. A.-E. REUSS. Zur fossilen Fauna der Oligocänschichten von Gaas. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, LIX, 8^o.
1887. ED. PERGENS. Note préliminaire sur les Bryozoaires fossiles des environs de Kolosvar. *Bulletin des séances de la Société Royale Malacologique de Belgique*, XXII, pp. 33-37.

1889. ED. PERGENS. Zur fossilen Bryozoenfauna von Wola Lu'zanska. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, III, Mémoires, pp. 59-72.
1891. A. W. WATERS. North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. XLVII, vol. XLVIII.
1896. ED. PERGENS. Bryozoaires des environs de Buda. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, X, Mémoires, pp. 359-368.
- 1907-1910. F. CANU. Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, II, III, IV, V, Paris, 410.

MEMBRANIPORA QUADRIFASCIALIS n. sp.

Pl. XVI, fig. 1.

Diagnose. — *Zoarium* libre, érigé, vincularioïde, bifurqué, pourvu de quatre faces monocellulaires opposées deux à deux. — *Zoécies* peu distinctes; cadre mince arrondi; opésie antérieure, allongée, elliptique.

$$\text{Opésie} \begin{cases} ho = 0,25-0,29. \\ lo = 0,125-0,145. \end{cases} \quad \text{Rameau : } l = 9,42-0,63.$$

Affinités. — Ce n'est pas *Biflustra macrostoma* REUSS [Tert. Alp., p. 274, pl. 33, fig. 12, 13] qui a plus de quatre rangées zoéciales.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

MEMBRANIPORA BIARRITZIANA n. sp.

Pl. XVI, fig. 2.

Diagnose. — *Zoarium* libre, érigé, formé de deux lamelles cellulaires adossées (*Biflustra*). — *Zoécies* distinctes séparées par une carène peu visible, très allongées, elliptiques; cadre épais, rond, plongeant vers l'intérieur, opésie antérieure, enfoncée, elliptique, étroite. Deux *avicellaires* ectocystaux très saillants, circulaires ou ovales.

$$\text{Zoécie} \begin{cases} Lz = 0,50-0,55. \\ lz = 0,27. \end{cases} \quad \text{Opésie} \begin{cases} ho = 0,25. \\ lo = 0,12. \end{cases}$$

Localité. — Lutécien supérieur de La Goureppe. L'original est à l'École des Mines dans la gangue de *Pustulopora Labati*.

HETEROCELLA FRAGILIS DEFRANCE, 1829.

1820. *Vincularia fragilis* DEFRANCE. Dict. Sc. nat., t. LVIII, p. 214, pl. 45, fig. 3.
1907. *Heterocella fragilis*. CANU. Paris, p. 14, pl. 2, fig. 4-10.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Lutécien de Bruges (Gironde) (École des Mines).

Distribution géologique. — Lutécien des environs de Paris et d'Orlandes.

LUNULITES ANDROSACES MICHELOTTI, 1838.

Pl. XVI, fig. 11, 12, 13.

1838. *Lunulites androsaces* MICHELOTTI. Description des fossiles, des terrains miocènes de l'Italie septentrionale, 4^o, p. 53, pl. 2, fig. 2.
 1847. *Lunulites androsaces*. MICHELIN. Icon. Zooph., p. 75, pl. 15, fig. 6.
 1855. *Lunulites androsaces*. REUSS. Beiträge zur Charakteristik des Tertiärschichten des nördlichen und mittleren Deutschlands. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, Wien, 4^o, XVIII, p. 260, pl. 11, fig. 107.
 1869. *Lunulites androsaces*. MANZONI. Briozoi fossili italiani, 1^a contr. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, Wien, 8^o, LIX, p. 12, pl. 11, fig. 18.
 1877. *Lunulites androsaces*. MANZONI I. Briozoi fossili del Miocene d'Austria ed Ungheria, II. *Denkschriften der math. natur. Classe der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, 4^o, XXXVII, p. 73, pl. 17, fig. 57.

Quelques bonnes figures ont été publiées de cette espèce : notre détermination est rigoureuse. Je crois bien que *Lunulites punctata* LEYMÈRIE¹, dont je n'ai pas encore eu de bons spécimens, est identique.

Localité. — Le spécimen de l'École des Mines est simplement marqué : Biarritz. Il n'est pas indiqué de la collection Pratt. Son origine est inconnue mais, comme il est bon, j'ai cru devoir le figurer.

Distribution géologique. — Tongrien d'Italie (Nev.). Stampien et Aquitanien d'Allemagne (Rss.). Helvétien d'Italie (Mz., Nev.). Tortonien d'Italie (Seg.), d'Autriche-Hongrie (Mz.). Plaisancien d'Italie (Mz.). Astien d'Italie (Ner.).

LUNULITES URCEOLATA CUVIER, 1822.

Pl. XVI, fig. 9, 10.

1846. *Lunulites urceolata*. D'ARCHIAC Thorent. *Mém. Soc. g. F.*, (3), II, p. 196.
 1907. *Lunulites urceolata*. CANU Paris, p. 26, pl. 4, fig. 4-8.

D'Archiac avait des doutes sur sa détermination. Le spécimen que j'ai trouvé à l'École des Mines n'est pas très bon, il est éti-

1. Voir 2^e partie, p. 388, pl. 7, fig. 13, 14, 15.

queté de la main de d'Archiac et ne porte pas d'indication exacte sur le gisement.

Notre figure indique que la détermination primitive était bonne.

Distribution géologique. — Yprésien des environs de Paris (Canu). Lutécien des environs de Paris et de Belgique (Mich.).

ONYCHOCELLA ANGULOSA REUSS, 1847.

1846. *Eschara subpyriformis*. D'ARCHIAC. Thorent, *Mém. Soc. géol. F.*, (2), II, p. 195, pl. 5, fig. 21.
 1869. *Membranipora angulosa* REUSS. Gaas, p. 25.
 1906. *Onychocella angulosa*. CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains Sud-Ouest de la France, I, *B. S. géol. F.*, 4^e série, t. VI, p. 513, pl. 12, fig. 13
 1907. *Onychocella angulosa*. CANU. Paris, p. 21.

Je n'ai pas retrouvé l'original de d'Archiac. Sa figure et sa description ne laissent aucun doute sur l'exactitude de la détermination. Les onychocellaires, notamment, sont pour lui « des cellules souvent déformées, fort petites et triangulaires.

Nous rappelons que la lèvre inférieure de l'ouverture (opésie) est sinueuse et irrégulièrement échancrée latéralement. Ces échancrures laissent passer les muscles rétracteurs de l'opercule chilineuse qui bouche l'opésie.

Localités. — D'Archiac cite ce fossile du rocher de la Goureppe (Lutécien supérieur). Je l'ai aussi du même niveau. Dans notre bassin, il existe encore dans le Lutécien de Bruges (Gironde), dans le Priabonien de Gaas, dans l'Aquitaniens de Sarcignan-Madeire.

Distribution géologique. — Partout, depuis le Lutécien. Au même étage : Auversien d'Oberburg en Styrie (Rss.). Priabonien du Vicentin (Rss. Waters), de Wola Lu'zanska en Galicie (Perg.), et de Koloswar en Transylvanie (Perg.).

Habitat. — Atlantique. Méditerranée. Zones chaudes.

MICROPORA IMPRESSA MOLL, 1803.

Pl. XVI, fig. 6.

1847. *Eschara nobilis* MICHELIN. Iconog. Zooph., p. 329, pl. 79, fig. 1.
 1847. *Eschara nobilis* D'ARCHIAC. Collection Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2^e), vol. III, p. 410.
 1847. *Flustra glomerata* D'ARCHIAC. *B. S. g. Fr.*, (2^e), vol. X, p. 1010.

D'Archiac n'est pas très certain de sa détermination : la figure de Michelin n'indique pas, notamment, une frontale poreuse.

Le spécimen de l'École des Mines est *Micropora impressa* MOLL, cette espèce actuellement si commune dans la Méditerranée.

Les synonymies données de cette espèce sont absolument fausses.

Le niveau exact n'est pas indiqué par d'Archiac : il n'existe pas non plus sur le spécimen de la collection Pratt.

MICROPORA CORIACEA ESPER.

1869. *Membranipora gracilis* REUSS. Tert. Alpen, p. 291, pl. 29, fig. 13.

1891. *Micropora coriacea* WATERS. North-Italian Bryozoa, p. 13, pl. 2, fig. 9.

J'ai trouvé cette espèce à l'École des Mines sur l'original de *Eschara ampulla* qui ne porte pas d'indication spéciale de niveau. La gangue est blanche.

J'ai relevé les mesures suivantes :

$$\begin{array}{l} \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,50. \\ lz = 0,30. \end{array} \right. \qquad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} ho = 0,07. \\ lo = 0,12. \end{array} \right. \end{array}$$

Elles s'accordent rigoureusement avec celles des spécimens actuels. Elles ne s'accordent pas avec l'espèce très voisine *Micropora gracilis* REUSS [partie I, pl. 12, fig. 10] qui est plus longue et moins large.

Localité. — Biarritz.

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Rss., Waters). Silicien d'Italie (Nev.). Quaternaire d'Italie (Nev.).

Habitat. — Atlantique : Floride, Açores, Madeire, France, Angleterre. Océan antarctique. Méditerranée.

MICROPORA ERECTA n. sp.

PL. XVI, fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* libre, érigé vincularioïdes, bifurqué, pourvu de quatre faces monocellulaires opposées deux à deux. *Zoécies* grandes, allongées, rectangulaires, arrondies en avant, séparées par un sillon ; cadre rond lisse : cryptocyste ponctué, plan, peu enfoncé, opésie rétrécie latéralement par deux denticules la partageant en un anter et un poster subégaux. Opésiules petites, assez éloignée de l'opésie, à la base de la partie ascendante du cryptocyste.

$$\begin{array}{l} \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,85. \\ lz = 0,42. \end{array} \right. \qquad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} ho = 0,17. \\ lo = 0,17. \end{array} \right. \end{array}$$

Cette espèce est bien caractérisée par son zoarium libre et branchu, ce qui est très rare dans les *Microporidæ*, et par la forme spéciale de son opésie.

Les opésiules servent au passage de fibres spéciales qui s'attachent à l'ectocyste chitineux recouvrant la zoécie. Entre cet ectocyste et le cryptocyste calcifié se trouve une espèce de chambre ou *hypostège* qui est l'appareil hydrostatique de l'animal.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

BACTRIDIUM LABIATUM n. sp.

Pl. XVI, fig. 7, 8.

Diagnose. — Zoarium articulé formé de segments unilamellaires de huit zoécies. Zoécies distinctes, séparées par un cadre saillant et commun, un peu allongées, élargies en avant, rétrécies en arrière; cryptocyste un peu convexe, orné de quatre rangées longitudinales de gros pores, remontant vers l'orifice dont il forme la lèvre saillante; *apertura* (?) terminale, irrégulière ayant un anter arrondi et un poster convexe très saillant. Un petit *vibracellaire* constant est placé à l'angle supérieur et extérieur de chaque zoécie, au-dessus de l'orifice. Sur la dorsale les zoécies sont visibles et figurées par une surface poreuse entourée d'un cadre saillant et lisse.

Le genre *Bactridium* est propre au Lutécien et au Bartonien (Auversien et Priabonien). Il paraît plus fréquent dans ce dernier étage. Son organisation n'est pas connue car le vivant ne présente pas de genres analogues. Par sa petitesse et sa fragilité il échappe facilement aux recherches.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

CRIBRILINA BIARRITZENSIS n. sp.

Pl. XVI, fig. 5.

Diagnose. — Zoarium libre, bilamellaire, à lames adossées. Zoécies grandes, distinctes, séparées par des kenozoécies variables, allongées, fusiformes; costules assez larges, présentant une perforation à leur base, séparées par des espaces linéaires sur les marges zoéciales et ponctuées vers l'axe longitudinal; opésie transverse, terminale, saillante, ayant un anter semilunaire et un poster droit ou convexe. Deux *avicellaires* saillants, tout près de l'opésie à droite et à gauche.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Zoécie} \end{array} \right\} \begin{array}{l} Lz = 0,68-0,89 \\ lz = 0,30-0,34. \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Opésie} \end{array} \right\} \begin{array}{l} ko = 0,08 \\ lo = 0,12. \end{array}$$

Affinités. — Levinsen a appelé *kénozoécies* toutes les cellules irrégulières n'ayant ni polypide ni opercule. Elles sont de différentes natures. C'est ainsi que les petits espaces triangulaires ou linéaires qui séparent les zoécies de notre espèce sont des kénozoécies.

Cribilina chelys KOSCHINSKY, des couches du Vicentin (In Reuss. Tert. Alp., p. 292, pl. 30, fig. 9) est aussi pourvue de kénozoécies. Mais elles sont plus petites, plus irrégulières, remplacées souvent par des avicellaires. D'ailleurs cette espèce est rampante et ses dimensions micrométriques sont beaucoup plus petites.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

PORINA (?) *CONTORTA* n. sp.

Pl. XVII, fig. 2.

Diagnose. — *Zoarium* libre, cylindrique, présentant des bourrelets concentriques. *Zoécies* indistinctes à surface aréolée ; ouverture saillante, orbiculaire, quelquefois un ascopore placé entre deux orifices.

Affinités. *Escharella celleporacea* MUNSTER¹ a le même aspect zoarial, mais les orifices sont beaucoup plus rapprochés et plus grands.

Porina est un mauvais genre dans lequel nous rangeons les espèces pourvues d'un ascopore que nous ne pouvons pas ranger autre part.

Levinsen a appelé ascopore ce que nous appelions jadis *micropore*. C'est l'ouverture de la compensatrice dans les espèces pourvues d'une péristomie plus ou moins grande.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

PORINA (?) *MAMILLATA* D'ARCHIAC, 1846.

Pl. XVII, fig. 7, 8, 9.

1846. *Pustulopora mamillata* D'ARCHIAC. Coll. Thorent. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2^e), II, p. 194, pl. 3, fig. 9.

Diagnose de d'Archiac. — Polypier rameux, déprimé ou sub-cylindrique, composé d'une double rangée de loges rayonnantes s'appuyant contre une cloison médiane. Les loges s'ouvrant à l'extérieur par un trou rond, saillant, placé au sommet d'un

1. In AD. ROEMER. Die Polyparien des Norddeutschen Tertiar-Gebirges. *Palæontographica*, vol. IX, Cassel, 1863, p. 208 (10), pl. 1, fig. 19.

tubercule arrondi et mamelonné. Quelquefois ces trous sont géminés sur le même tubercule ; ces derniers sont irrégulièrement épars à la surface du Polypier, dont le test offre une structure spongieuse et celluleuse très prononcée.

Affinités. — Les trous géminés sont constitués par un péristomice et vraisemblablement un ascopore. Cependant je dois avouer que le nombre des spécimens que je possède est trop restreint pour me permettre de faire des coupes et d'élucider la nature de ce dernier petit pore.

Il ne faut pas confondre cette espèce avec *Tubucellaria mamillaris* MILNE-EDWARDS dont le micropore est toujours très éloigné du péristomice.

D'Archiac s'était totalement trompé sur la nature de ce fossile en le rangeant dans les Cyclostomes.

Localités. — Lutécien supérieur de la Goureppe (d'Arch.). Auversien de Biarritz (coll. Canu).

L'original n'existe plus à l'École des Mines.

TUBUCELLARIA MAMILLARIS MILNE-EDWARDS, 1836.

Pl. XVII, fig. 1.

1906. *Tubucellaria mamillaris*. CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains Sud-Ouest de la France, I, *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 515, pl. XII, fig. 11.

1907. *Tubucellaria mamillaris*. CANU, Paris, p. 74, pl. IX, fig. 3-6.

Affinités. — Il ne faut pas confondre cette espèce avec *Eschara varians* Rss. La péristomiale de ce dernier est poreuse et non lisse, et les génésies n'en sont pas connues. Je crois en avoir quelques spécimens du Lutécien supérieur : cependant ils ne sont pas assez bien conservés pour que je puisse me montrer très affirmatif.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Aquitaniens de Sarcignan-Madeire.

Distribution géologique. — Lutécien des environs de Paris et d'Orglandes (Canu). Auversien d'Oberburg (Rss). Priabonien de Latdorf (Roemer) et de Calbe (Rss.).

PORICELLA LEYMERIANA MICHELIN, 1845.

1845. *Eschara Leymeriana*. MICHELIN Icon. Zooph., p. 278, pl. 63, fig. 17.

1907. *Poricella Sutneri*. CANU. Paris, p. 47, pl. 9, fig. 1.

1908. *Poricella Sutneri*. CANU. Sud-Ouest, II, p. 388, pl. VI, fig. 7.

Le grossissement de la figure de Michelin n'est pas suffisant pour établir les principaux caractères de l'espèce. Mais par l'aspect général et par l'allure du zoarium, il est incontestable que la figure de Michelin représente bien cette petite espèce si commune à la base du Lutécien aussi bien dans le Bassin de Paris que dans celui de Bordeaux. Michelin la cite de Biarritz : j'en doute.

SMITTIA AVICULIFERA n. sp.

Pl. XVIII, fig. 1, 2, 3.

1847. *Eschara monilifera* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), III, p. 409.

Diagnose. — *Zoarium* libre, branchu, bilamellaire. *Zoécies* grandes, distinctes séparées par un cadre commun très saillant, entourées d'une ligne particulière de gros pores; *apertura* terminale, placée au fond d'une petite péristomie très irrégulière; avicellaire ovale, allongé, droit, médian, placé juste au-dessous de l'apertura. Un certain nombre de zoécies portent sur leur frontale un énorme *avicellaire* transverse, très saillant, formé de deux grandes ouvertures suivant la coutume.

Variations. — D'Archiac avait des doutes sur sa détermination pensant que le spécimen était mal conservé. Or il ne l'est pas du tout et il est très suffisant pour la photographie. Ce n'est pas évidemment *Eschara monilifera* MILNE-EDWARDS : c'est une espèce bien distincte.

D'abord l'irrégularité de l'orifice provient de ce que l'opercule ne s'appliquant pas sur sa partie extérieure, mais au fond de la péristomie, il constitue un péristomice. Pour vérifier la forme vraie de l'orifice, il faudrait le regarder par l'intérieur après usure d'une face, travail que je n'ai pu faire pour ne pas compromettre l'unique spécimen de l'École des Mines.

L'avicellaire oral est très variable de grandeur, sa partie antérieure paraît très fragile, elle se brise facilement et les deux ouvertures se confondent en une seule.

La caractéristique de cette espèce est donnée par les énormes avicellaires frontaux qui sont vraiment les géants du genre : jamais je n'en ai observé d'aussi formidables. Ainsi armée cette bête devait être très vorace.

Localité. — Biarritz (École des Mines) sans indication spéciale de niveau.

SMITTIA SEXTAPUNCTA n. sp.

Pl. XVII, fig. 5.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* grandes, allongées, distinctes, séparées par un cadre commun saillant, entourées de six énormes pores; péristomice saillant subronde; péristomie peu profonde portant quelquefois un avicellaire dans la partie inférieure, au-dessus du poster.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,64. \\ lz = 0,34. \end{array} \right. \quad \text{Peristomice} \left\{ \begin{array}{l} hp = 0,14. \\ lp = 0,17. \end{array} \right.$$

Cette espèce se trouvait avec *Eschara ampulla*.

SMITTIA EXCENTRICA n. sp.

Pl. XIX, fig. 6.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* allongées, distinctes, séparées par un cadre commun et saillant; frontale poreuse ornée d'une vingtaine de gros pores; péristomice irrégulier subronde; un avicellaire oral placé à droite ou à gauche de l'apertura et déformant la zoécie.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,59-0,68. \\ lz = 0,29. \end{array} \right. \quad \text{Peristomice} \left\{ \begin{array}{l} hp = 0,08. \\ lp = 0,12. \end{array} \right.$$

Affinités. — L'avicellaire oral et le nombre plus considérable de pores frontaux différencient nettement cette espèce de la précédente.

Localité. — Biarritz (École des Mines).

Je l'ai découverte sur l'original de *Retopora Ferussaci*.

PORELLA CERVICORNIS PALLAS, 1766.

Pl. XIX, fig. 1, 2.

1847. *Heteropora subconcinna* D'ARCHIAC. Collection Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), III, p. 407, pl. , fig. VIII, 17.

Égaré par de fausses apparences extérieures, d'Archiac s'est totalement trompé dans sa détermination. Son spécimen est *Porella cervicornis* PALLAS 1766, dont voici la bibliographie pour le Bartonien.

1847. *Eschara undulata* REUSS. Wien. Tert. p. 68, pl. 8, fig. 24.

1869. *Eschara undulata* REUSS. Tert. Alp. 2, p. 19, pl. 32, fig. 6.

1887. *Eschara cerviconis* PERGENS. Koloswar.

1889. *Smittia cervicornis* PERGENS. Wola Lu'zanska, p. 71.

1889. *Smittia cervicornis* JELLY. Synonyme Catalogue of the Recent Marine Bryozoa, London, 8^e, p. 246 (Bibliographie générale).

Localité. — Biarritz (École des Mines). Burdigalien de Léognan.

Distribution géologique. — Cette espèce abonde dans les terrains miocènes et pliocènes qui bordent la Méditerranée.

Habitat. — Golfe de Gascogne à 180 et à 40 mètres. Méditerranée : en France, en Italie, en Corse, en Algérie et dans l'Adriatique ; elle vit surtout de 40 à 80 mètres. C'est une espèce des grands fonds.

MONOPORA LABIATA D'ARCHIAC, 1846.

Pl. XVII, fig. 3, 4.

1846. *Eschara labiata* D'ARCHIAC. Coll. Thorent. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), II, p. 195, pl. v, fig. 2.

Diagnose de d'Archiac. — « Polypier encroûtant, étendu, présentant à sa surface des pores ronds, espacés, en quinconces, bordés sur les côtés et munis d'un bourrelet ou d'une sorte d'ampoule ; au-dessus, un bourrelet moins prononcé relève le bord inférieur en forme de lèvres. Ces pores (apertura) et les ampoules qui les accompagnent ne sont pas toujours simples, mais assez souvent géminés, et, dans ce cas presque toujours inégaux. Les sillons qui séparent les séries de pores sont profonds, mais peu réguliers à cause de la présence de quelques tubercules disséminés entre les pores ».

Variations. — L'original de d'Archiac n'existe plus : il devait être remarquablement bien conservé. Les spécimens que j'en ai retrouvés sont toujours plus ou moins altérés. L'ampoule inférieure est brisée la plupart du temps et remplacée par une cicatrice : elle contenait peut-être des glandes spéciales analogues à celles que Waters a souvent signalées dans le genre *Porella*.

Les zoécies sont toujours entourées d'une ligne de pores.

Localité. — Lutécien supérieur de la Goueppe (d'Archiac). Auversien de Biarritz (coll. Canu).

MONOPORA AMPULLA D'ARCHIAC, 1847.

Pl. XVIII, fig. 4, 5, 6, 7.

1847. *Eschara ampulla* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, III, p. 411, pl. 9, fig. 3.

Diagnose de d'Archiac. — « Polypier branchu ou formant des expansions foliacées, couvertes de tubercules glanduleux ou d'ampoules sub-piriformes, disposées symétriquement en quinconce, très serrées et percées d'un trou rond à une de leurs extrémités. »

Variations. — L'original de d'Archiac est toujours à l'École des Mines : il est superbe. Mais il s'en faut de beaucoup que tous les spécimens soient aussi bien conservés. Heureusement que l'espèce n'est pas rare et j'ai pu en débrouiller les principales variations.

Le tubercule inférieur n'est pas du tout glanduleux : c'est un épaississement considérable de la frontale. Quand il est brisé ou usé il ne présente aucune cicatrice concave. De plus, il ne se produit pas régulièrement sur tous les zoaria. Certains de ces derniers en sont totalement dépourvus, c'est le cas de notre figure.

D'Archiac ne parle pas des avicellaires représentés par des pores plus petits que les autres. Il y en a toujours un par zoécie et quand celle-ci s'épaissit, lui même s'épaissit d'une façon analogue.

Localité. — Lutécien supérieur de Biarritz (coll. Canu). Auversien de Biarritz (coll. Canu).

HIPPOPORINA SUBCHARTACEA D'ARCHIAC, 1847.

Pl. XVIII, fig. 8; 9. 10.

1846. *Eschara chartacea* D'ARCHIAC. Coll. Thorent. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), II, p. 196, pl. 5, fig. 13.
 1847. *Eschara punctata*. D'ARCHIAC. *B. S. G. F.*, (2), IV, p. 1010.
 1847. *Eschara subchartacea*. D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), III, p. 410, pl. 9, fig. 2.
 1847. *Cellaria stenosticha*. REUSS. Wien. Tert., p. 64, pl. 8, fig. 10.
 1869. *Eschara subchartacea*. REUSS. Tert. Alp., p. 57, pl. 32, fig. 4.
 1869. *Eschara stenosticha* REUSS. Tert. Alp., p. 57, pl. 32, fig. 2.
 1887. *Eschara subchartacea*. PERGENS. Koloswar.
 1891. *Eschara subchartacea*. WATERS. North-Ital. Bry., p. 17, pl. 2, fig. 12.

Diagnose de d'Archiac. — « Polypier foliacé, étendu, composé de deux lames minces appliquées l'une contre l'autre, Cellules à la face interne en hexagones très allongés, s'ouvrant à l'extérieur par un pore en forme de point enfoncé et allongé. Quelquefois les pores sont disposés suivant des lignes et en quinconces ; chaque série est alors séparée de celles qui l'avoisinent par une strie, mais le plus ordinairement les pores sont disséminés avec peu de régularité quoique assez rapprochés ».

En 1847, il insiste sur l'encroûtement des vieilles cellules ce qui n'est d'aucune importance morphologique.

Localités. — Lutécien moyen de Bruges (Gironde). Lutécien supérieur de la Goureppe (d'Arch.) et du chemin de Villefranque (d'Arch.). Auversien de Biarritz (coll. Canu). Priabonien du phare de Biarritz (Rss.).

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Rss. Waters) de Transylvanie et de Hongrie (Perg.).

SCHIZOPORELLA HOERNESI REUSS, 1869.

PL. XVII, fig. 6.

1869. *Eschara Hoernesi* REUSS. Tert. Alp., p. 273, pl. 33, fig. 6, 7.

1891. *Schizoporella Hoernesi* WATERS. N.-Ital. Bry., p. 27, pl. 4, fig. 8.

Localité. — Cette espèce est facile à distinguer par ses rameaux peu étalés et son gros avicellaire frontal. Je l'ai trouvé à l'École des Mines sur l'original de *Retepora subcancellata*.

Distribution géologique. — Lutécien de Bavière (Kosch). Priabonien du Vicentin (Rss., Waters) de Transylvanie et de Hongrie (Perg.).

SCHIZOPORELLA HOERNESI var. *PROCUMBENS*

PL. XIX, fig. 5.

Cette variété est peut-être bien une espèce distincte de la précédente, mais elle en diffère si peu qu'il est prudent d'attendre la récolte de meilleurs spécimens.

Les pores frontaux sont plus petits et plus nombreux.

L'avicellaire est moins saillant et plus pointu.

Le zoarium est unilamellaire, tubuleux, ramifié comme s'il avait encroûté des algues.

La forme de l'apertura est la même et présente une petite échancrure inférieure au fond d'une petite péristomie.

Localité. — J'ai trouvé deux spécimens à l'École des Mines. L'un est sur l'original de *Idmonea Petri* et provient du Lutécien supérieur de la Goureppe. L'autre provient de la collectfon Ferraud acquise en 1849 et, d'après la gangue, doit provenir des couches auversiennes de la Côte des Basques.

FEDORA GLANDULOSA D'ARCHIAC, 1846.

Pl. XIX, fig. 3, 4,

1846. *Lunulites glandulosa* D'ARCHIAC. Coll. Thorent. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), II, p. 196, pl. 5, fig. 14.

Diagnose de d'Archiac. — « Polypier élevé en forme de dôme à base circulaire ou elliptique, composé de rangées de cellules égales saillantes, glanduleuses et divergentes. Ces rangées sont d'égale largeur dans toute leur étendue mais de longueur différente. Les plus grandes partent directement du sommet et aboutissent à la base; les autres, de plus en plus courtes à mesure qu'elles prennent naissance plus loin du sommet pour finir aussi au pourtour inférieur, déterminent, par leur réunion aux précédentes sous des angles aigus, plusieurs séries de chevrons latéraux. Les cellules ovoïdes et saillantes s'ouvrent au dehors par un pore médian de forme allongée et dans le même sens que la cellule. »

Cette espèce appartient à la famille des *Stichoporinæ* dont l'abondance caractérise l'Éocène.

Localités. — L'original de la figure de d'Archiac n'existe plus à l'École des Mines.

Lutécien supérieur de la Goueppe (d'Arch.). Auversien des marnes à Pentacrines (H. Douvillé).

Il existe aussi des spécimens au Muséum d'Histoire naturelle, collection d'Orbigny, n° 8972.

PRATTIA GLANDULOSA D'ARCHIAC, 1847.

Pl. XIX, fig. 7, 8, 9.

1847. *Prattia glandulosa* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), III, p. 407, pl. 8, fig. 20.

Diagnose de d'Archiac. — « Polypier (Zoarium), cylindrique, creux, formé de loges tubuleuses, contiguës, distinctes, superposées horizontalement, renflées à leur extrémité inférieure. Ces loges s'ouvrent au dehors par un pore simple allongé ou arrondi, peu régulier, entouré d'un bourrelet ou par des pores géminés que réunit un second bourrelet plus saillant que le précédent, subtrigone et squamiforme. Les loges sont disposées en quinconce; mais les pores géminés aussi nombreux que les pores simples, interrompent la régularité de cette disposition, en même temps qu'ils rendent la surface du Polypier papilleuse. La paroi inté-

rieure de celui-ci est unie ou marquée de faibles ondulations obliques indiquant la séparation des rangées de cellules ».

Les pores géminés de d'Archiac sont constitués par l'apertura et par un avicellaire très gros et saillant. Celui-ci se distingue facilement à sa forme triangulaire un peu plus petite et à la barre transversale qui le divise parfois en deux ouvertures secondaires.

C'est un genre très remarquable dans la famille des *Stichopora*.

Localité. — L'original de la figure de d'Archiac est à l'École des Mines. Il paraît venir des couches auversiennes.



RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

à **VALENCE, ALAIS** et **NÎMES**

du 22 au 29 Septembre 1910.

Les membres de la Société qui ont assisté à la Réunion extraordinaire sont :

MM. ALMERA (Chanoine J.).	MM. JACQUINET.
AZÉMA (Colonel L.).	JODOT (P.).
BAMBERG (P.).	JOLEAUD (L.).
BIOCHE (A.).	LANGLASSÉ (R.).
BOFILL Y POCH (A.).	LORY (P.).
CHATELET (C.).	PETITCLERC (P.).
COTTREAU (J.).	RICHE (A.).
DEPÉRET (C.).	ROMAN (F.).
DOLLÉ.	ROUYER (C.).
DONCIEUX (L.).	SAYN (G.).
EUCHÈNE (A.).	STUER (A.).
GENNEVAUX (M.).	THEVENIN (A.).
GIGNOUX (M.).	

Les personnes étrangères à la Société ayant pris part aux excursions sont :

MM ^{mes} DE BANNE PUYGIRON.	MM. GAILLARD.
BIOCHE.	LIOTARD.
MM. DE BANNE PUYGIRON.	MAURETTE.
BOUCHARDOT.	MINGAUD (G.).
DE BRUN.	ROUX (Pierre).
DECARY.	VEDEL.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

DIRIGÉES PAR MM. SAYN ET ROMAN

Étude comparative des terrains crétacés inférieurs de la vallée du Rhône et du bassin tertiaire lacustre d'Alais.

Jeudi 22 Septembre. — Rendez-vous à Valence, hôtel de la Croix d'Or, à 10 heures du matin. *Séance d'ouverture*, élection du bureau ; exposé sommaire des excursions de la réunion.

Départ à 11 heures en autobus pour Crussol. Déjeuner à Beau-regard.

L'après-midi, *coupe de la montagne de Crussol* et retour à Valence en autobus (*série du Trias au Portlandien*).

Dîner et coucher à Valence.

Vendredi 23 septembre — Départ de Valence par le train de 6 h. 35 pour Pontaix-Ste-Croix.

A pied, *base de la série crétacée (Valanginien inférieur très fossilifère)*. Déjeuner à Pontaix.

Départ de Pontaix en chemin de fer pour Piégros-la-Clastre à 12 h. 41.

En voiture et à pied, *visite des gisements de l'Hauterivien et du Barrémien pyriteux des environs de la Clastre*, et retour sur Crest par *Aouste* ; arrêt dans les *gisements du Barrémien et de l'Hauterivien calcaire* de ce dernier village.

Dîner et coucher à Crest.

Samedi 24 Septembre. — Départ en voiture à 7 heures du matin pour Cobonne, *coupe de l'Hauterivien et du Barrémien*.

Retour à Crest en voiture et déjeuner.

L'après-midi, départ de Crest en voiture pour Livron. *Coupe du Barrémien et de l'Hauterivien de Livron*.

Départ de Livron en chemin de fer pour Montélimar à 7 h. 30.

Dîner et coucher à Montélimar. Le soir *séance*.

Dimanche 25 Septembre. — Départ en voiture à 9 heures du matin pour Châteauneuf-du-Rhône. Étude de la *cluse bédoulienne de Donzère (faciès urgonien, type du Donzérien de Torcapel)*.

Déjeuner à Viviers.

L'après-midi, *étude du Barrémien de Saint-Thomé*, et retour à Montélimar par le Teil. Arrêt dans les *carrières à chaur hydraulique de la Farge (Bédoulien)*.

Dîner et coucher à Montélimar.

Lundi 26 Septembre. — Départ à 8 heures pour le Teil en autobus, on prendra le train de 9 h. 1/2 pour Vogüé.

En voiture, *étude du Tithonique supérieur et de la base du Crétacé (Berriasien) des environs de Vogüé.*

Après l'arrêt, on ira directement en voiture à Ruoms où l'on déjeunera.

L'après-midi, excursion en voiture aux *gorges de l'Ardèche, cañon classique dans le Jurassique supérieur.* Retour sur Ruoms et *étude de l'Hauterivien au confluent de l'Ardèche et du Chassezac.*

Dîner sommaire avant de partir pour Alais par le train de 6 h. 57.

Arrivée à Alais à 8 h. 50.

Mardi 27 Septembre. — Départ d'Alais en voiture à 7 heures du matin pour Brouzet. *Halte dans les conglomérats stampiens sur la route de Brouzet.*

A pied, *coupe du Crétacé inférieur de Brouzet à Saint-Just (type du faciès languedocien). Barrémien supérieur de Brouzet (faciès urgonien), très fossilifère.*

Déjeuner à Saint-Just.

L'après-midi, en voiture de Saint-Just à Seyne : *étude du Barrémien inférieur néritique à Echinides abondants et Brachiopodes (Barutelien. Torcapel).*

Retour direct en voiture pour Alais.

Dîner et coucher à Alais.

Mercredi 28 Septembre. — Départ d'Alais en voiture. *Coupe complète de l'Eocène et de l'Oligocène du Bassin d'Alais.*

Arrêt dans les *calcaires à Cyrena Dumasi entre Méjannes et Monteils (Sannoisien)*; 2° dans les *calcaires en plaquettes à Insectes et Poissons de Saint-Hippolyte de Caton*; 3° Visite au *gisement de Vertébrés d'Euzet-les-Bains (gisement très riche du niveau de Gargas).*

Déjeuner à Euzet.

L'après-midi en voiture d'Euzet à Saint-Cézaire de Gauzignan ; arrêt dans les *marnes à Melanoïdes albigensis du Sannoisien moyen.*

En voiture, de Saint-Cézaire-de-Gauzignan à Ners où l'on prendra le train de 5 heures pour Nîmes.

Le soir *séance de clôture.*

Dîner et coucher à Nîmes.

Jeudi 29 Septembre. — Départ de Nîmes par le train de 7 h. 50 du matin pour Fons.

En voiture de la station de Fons à Saint-Mamert, *coupe de l'Eocène supérieur, du Bartonien, du Lutétien et de l'Eocène inférieur.* Arrêt au *gisement à Lophiodon lautricense de Robiac (Bartonien)*¹.

1. Une petite fouille sera pratiquée dans les deux gisements de Vertébrés d'Euzet et de Saint-Mamert pour permettre aux membres de la Société de recueillir quelques dents.

Trajet en voiture de Saint-Mamert à Sommières.
Déjeuner à Sommières.

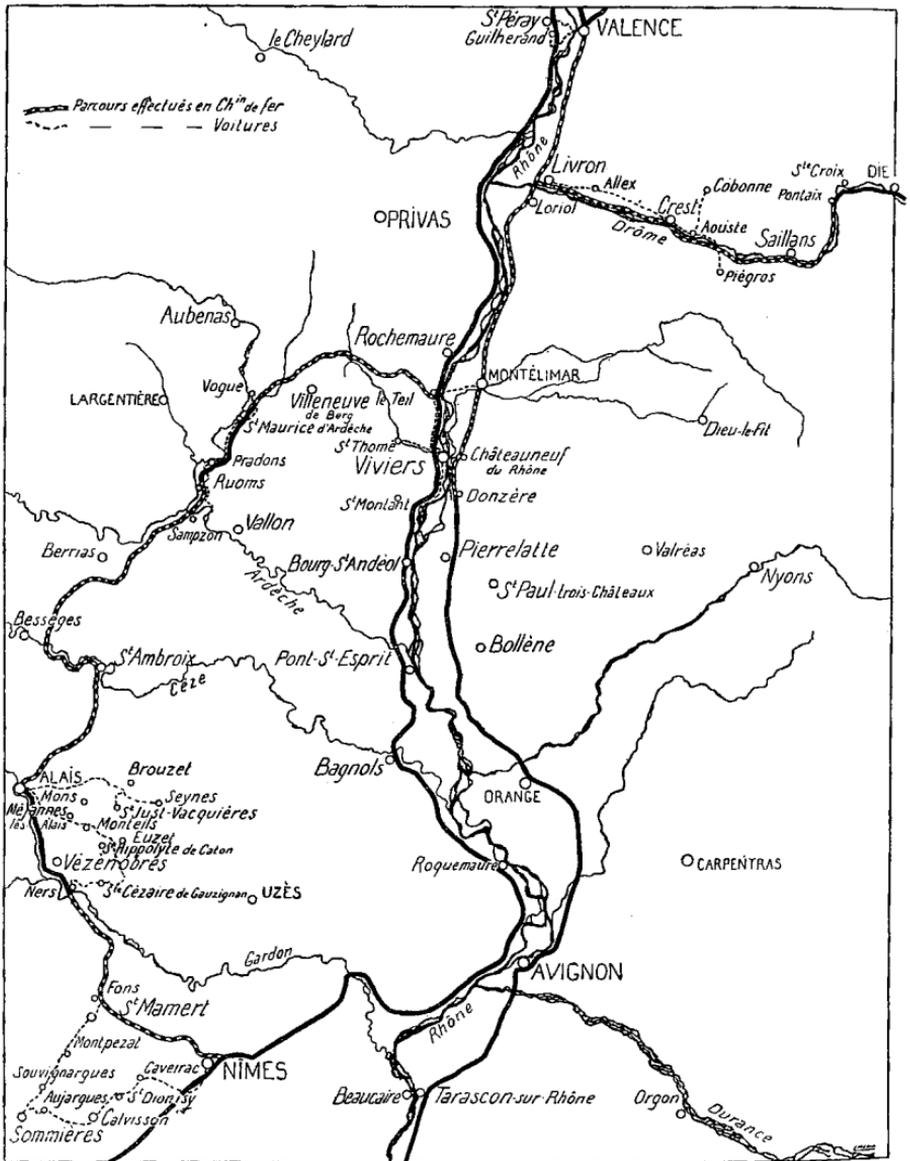


FIG. 1. — ITINÉRAIRE SUIVI PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE.

L'après-midi, retour en voiture sur Nîmes avec arrêt à Aujargues (Hauterivien inférieur). Etude, sur le parcours, de la série crétacée inférieure des environs de Nîmes.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS RELATIVES A LA
RÉGION ÉTUDIÉE

a) JURASSIQUE ET CRÉTACÉ

1854. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Valence. *B.S.G.F.*, (2), XI, p. 713.
1860. — CH. LORY. Description géologique du Dauphiné.
1863. — EBRAY. Sur la présence de l'étage Bathonien et de l'étage Bajocien à Crussol (Ardèche).
1865. — OPPEL. Geognostische Studien in Ardèche Departement. *Paläontologische Mitteilungen*, I, (v), p. 305.
1874. — HUGUENIN. Note sur la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol (Ardèche). *B.S.G.F.*, (3), II, p. 519.
1876. — FONTANNES in Dumortier et Fontannes. Description des Ammonites de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol.
1878. — E. DUMAS. Description géologique du département du Gard. 3 vol. avec planches.
1879. — FONTANNES. Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol.
1882. — TORCAPEL. Sur l'Urgonien du Languedoc. *Rev. Sc. nat. Montpellier*, (3), XXXIII, II.
1883. — CAREZ. Sur l'Urgonien et le Néocomien de la vallée du Rhône. *B.S.G.F.*, (3), XI, p. 435.
1884. — TORCAPEL. Étude sur les terrains traversés par la ligne de Nîmes à Givors. *Rev. Sc. Nat. Montpellier*, (3), III, p. 157.
1885. — F. LEENHARDT. Quelques observations au sujet des calcaires du Teil et de Cruas. *B.S.G.F.*, (3^e), XIV, p. 65.
1886. — LEENHARDT. Quelques observations au sujet des calcaires du Teil et de Cruas. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 64.
1888. — TOUCAS. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *B.S.G.F.*, (3), XVI, p. 903.
1889. — TOUCAS. Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche. *B.S.G.F.*, (3), XVII, p. 729.
1889. — TORCAPEL. Nouvelles recherches sur l'Urgonien du Languedoc. *Revue Sc. Nat. Montpellier* (3).
1889. — TORCAPEL. Note sur la géologie de la ligne de Vogüé à Prades.
1889. — E. FALLOT. Constitution du terrain crétacé aux environs de Crest. *B.S.G.F.*, (3), XVII, p. 541.
1890. — G. SAYN. Note sur le Barrémien de Cobonne. *B.S.G.F.*, (3), XVIII, p. 230.
1890. — TOUCAS. Étude sur la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *B.S.G.F.*, (3), XVIII, p. 560.
1894. — TORCAPEL. Le plateau infracrétacé des environs de Nîmes. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 39.
1896. — KILIAN. Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contribution à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France. *B.S.G.F.*, (3), XXIII, p. 659.
1900. — MUNIER-CHALMAS. Sur les accidents stratigraphiques des terrains secondaires des environs de Valence. *B.S.G.F.*, (3), XXVIII, p. 67.
1900. — PAQUIER. Recherches géologiques sur le Diois et les Baronnies orientales (thèse).

1901. — PELLAT. L'Aptien des environs d'Uzès. *B.S.G.F.*, (4), t. I, p. 428.
 1903. — MUNIER-CHALMAS. Notice sur ses travaux scientifiques.
 1903. — PELLAT. Le Néocomien (Valanginien, Hauterivien et Barrémien) entre Mons et Brouzet. *B.S.G.F.*, (4), III, p. 119.
 1904. — SAYN et ROMAN. Hauterivien et Barrémien de la rive droite du Rhône et du bas Languedoc. *B.S.G.F.*, (4), III, p. 604.
 1907. — PELLAT et COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-les-Alais. *Mém. Soc. géol. Paléont.*, XV, n° 39.

b) TERTIAIRE

1878. — E. DUMAS. Description géologique du département du Gard.
 1884. — FONTANNES. Description sommaire de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du Groupe d'Aix dans le bas Languedoc (7 pl. photographiques).
 1885. — FONTANNES. Études stratigraphiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le Bassin du Rhône. — VIII, Le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le Bas Languedoc.
 1893. — FABRE. Note sur la feuille d'Alais. *Compt. Rend. Collabor. Bull. Serv. Carte géol. France.*
 1894. — DEPÉRET. L'Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône. *B.S.G.F.*, (3), XXII.
 1895. — FABRE. Le bassin tertiaire d'Alais. *B.S.G.F.*, (3), XI, p. 84.
 1895. — PELLAT et ALLARD. Dépôts lacustres de la butte louton entre Comps et Beaucaire. *B.S.G.F.*, (3), t. XXIV, p. 434.
 1896. — CAZIOT. Étude sur le Tertiaire inférieur des environs de Nîmes. *B.S.G.F.*, (3), t. XXVI, p. 32.
 1899. — L. LAURENT. Flore des calcaires de Célas, thèse Marseille.
 1901. — DEPÉRET et CARRIÈRE. Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Éocène moyen de Robiac (Gard). *C. R. Ac. Sc.*, 21 oct. 1901.
 1904. — ROMAN. Contribution à l'étude des formations lacustres de l'Éocène et de l'Oligocène du Languedoc. *B.S.G.F.*, (4), IV, p.
 1905. — ROMAN. La géologie des environs de Nîmes. *Bull. Soc. Et. Sc. nat.*, Nîmes.

CARTES GÉOLOGIQUES

DUMAS. Carte géologique du département du Gard (arrondissements de Nîmes et d'Alais).

CARTES GÉOLOGIQUES à 1/80 000 :

- TERMIER, MUNIER-CHALMAS, DEPÉRET, KILIAN, SAYN, PAQUIER, Feuille de *Valence*.
 BOULE, HAUG, DEPÉRET, KILIAN, PAQUIER, SAYN, ROMAN, Ch. JACOB, feuille de *Privas*.
 FABRE, CAYEUX, feuille d'*Alais*.
 FABRE, feuille de *Largentière*.
 BERGERON, NICKLÈS, TORCAPEL, ROMAN, feuille du *Vigan*.

CARTES TOPOGRAPHIQUES

État-major à 1/80 000 et 1/50 000 ; 187, Valence SE. ; 198, Privas NE., SE., SO. ; 197, Largentière SE. ; 209, Alais NE., SE. ; 224, Le Vigan NE., SE.

Séance du 22 Septembre 1910.

PRÉSIDENTICE DE M. BIOCHE, PUIS DE M. SAYN

La séance est ouverte à 9 heures du matin dans une salle de l'hôtel de la Croix d'Or à Valence, point de rendez-vous de la Société.

M. BIOCHE, ancien membre du bureau de la Société, déclare ouverte la Réunion extraordinaire de la Société.

M. le colonel AZÉMA présente les excuses de M. LACROIX, président de la Société empêché d'assister à la Réunion extraordinaire.

On procède ensuite à l'élection du bureau de la Réunion extraordinaire. Sont élus : *Président*, M. SAYN, *Vice-présidents*, MM. ROMAN et RICHE; *Secrétaire*, M. L. JOLEAUD; *Trésoriers*, MM. GENNEVAUX et BOUCHARDOT.

M. G. Sayn prend la parole pour remercier ses confrères d'être venus à la réunion :

« Messieurs, — mes premiers mots seront pour vous remercier du très grand honneur que vous me faites en m'appelant à présider la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Valence. Ce n'est point cependant sans scrupules que je l'accepte, mon ami M. Roman a pris en effet une si grande part à la préparation qu'il eût été mieux que moi désigné pour la présidence, mais enfin j'ai sur lui la peu enviable supériorité de l'âge et c'est elle sans doute qui vous a dicté votre choix.

« Comme vous le savez tous, la Société géologique s'est déjà réunie à Valence en 1856, comme nous allons le faire tout à l'heure; elle commença ses excursions en montant à Crussol. Puis elle étudia les terrains jurassiques de l'Ardèche. Par malheur la réunion dut être abrégée et la Société ne put, ainsi qu'elle en avait l'intention, s'occuper du Crétacé de la Drôme. Mais dans le Compte rendu, Charles Lory qui en avait été le secrétaire, fit paraître sa belle note sur le Crétacé inférieur de la Drôme, véritable prélude de cette magistrale description du Crétacé inférieur subalpin, que dix ans plus tard il devait publier dans la « Description géologique du Dauphiné ».

« Nous allons, si vous le voulez bien, reprendre l'œuvre de nos prédécesseurs de 1856 au point même où ils l'ont laissée. Après avoir étudié aux environs de Crest le Crétacé inférieur de la fosse vocontienne, si bien connu maintenant grâce aux beaux travaux de MM. Kilian, P. Lory et Paquier, pour ne citer que les plus récents, nous étudierons le passage des différents termes de la série néocomienne de cette région aux faciès si différents qu'ils affectent dans la région cévenole.

« Enfin nous visiterons le bassin tertiaire d'Alais et ses beaux gisements de Mammifères fossiles, dont l'étude si bien commencée par Fontannes a été perfectionnée et pour ainsi dire renouvelée par les travaux paléontologiques de M. Ch. Depéret.

« En terminant, permettez-moi, Messieurs, de rappeler à votre souvenir deux géologues valentinois qui, tous deux, firent partie de notre Société: HUGUENIN, d'abord, chercheur modeste et consciencieux, pour lequel la montagne de Crussol n'avait point de secrets, et qui avait patiemment réuni les matériaux des belles monographies de Fontannes; puis GARNIER dont je suis fier d'avoir reçu les leçons. Garnier, stratigraphe minutieux et paléontologiste de valeur, avait étudié les Basses-Alpes et a laissé sur le Jurassique et l'Éocène des notes précieuses auxquelles, après quarante ans, il n'y a que bien peu de choses à changer.

« Tous deux, si la mort les avait épargnés plus longtemps, auraient été heureux de suivre nos excursions et de participer à nos travaux. »

Un programme explicatif, comprenant une série de coupes et de tableaux, est distribué aux excursionnistes.

L'après-midi, après un déjeuner au château de Beauregard au-dessus de Saint-Péray, a été consacré à l'étude de la montagne de Crussol en commençant par les niveaux supérieurs.

Le Jurassique supérieur a été montré par M. Sayn et le Jurassique inférieur par M. Riche qui donne des détails inédits sur la base de la série secondaire.

Le soir les excursionnistes sont arrivés au ravin d'Enfer où des automobiles les attendaient pour les ramener à Valence.

Séance du 25 Septembre 1910.

PRÉSIDENCE DE M. SAYN, PRÉSIDENT DE LA RÉUNION

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté. Deux nouveaux membres sont présentés.

MM. Raymond Decarry, à la Ferté-sous-Jouarre, présenté par MM. Sayn et Roman.

P. Roux, à Lyon, présenté par MM. Sayn et Roman.

M. A. Riche rend compte de l'excursion qu'il a dirigée avec M. Sayn.

Après lui **M. Sayn** rend compte de l'excursion du 23 septembre.

Excursion du 22 Septembre à la Montagne de Crussol.

En quittant Valence la Société s'est dirigée sur Saint-Péray où devait commencer l'étude de la montagne de Crussol. Durant ce court trajet on put jeter un coup d'œil rapide sur le remarquable abrupt de la partie septentrionale de la montagne, où, au-dessus des éboulis, les bancs du Jurassique supérieur sont tellement distincts qu'il est facile de les compter. Grâce à la différence de leur épaisseur relative, ces bancs forment quatre séries d'assises correspondant assez bien aux divisions stratigraphiques. L'assise supérieure, caractérisée par les bancs les plus épais (Portlandien et Virgulien), supporte les ruines de l'antique château de Crussol qui, de loin, se distingue à peine des bancs ruiformes sur lesquels il fut établi. Au-dessous et successivement, les bancs sont d'abord moins épais (Ptérocérien), puis davantage tout en restant moindres qu'au sommet (Astartien). Le minimum d'épaisseur est à la base (Rauracien), au-dessus des éboulis, où les alternances marneuses finissent par prédominer en descendant.

Le chemin de Saint-Péray au château de Beauregard présente à sa base un affleurement de granite à grands cristaux, au-dessus duquel la Société a constaté un lambeau de Trias de même type que celui dont l'observation lui sera plus facile à la fin de l'excursion, en sortant du ravin d'Enfer. Ce Trias est séparé, par une légère interruption, de calcaires compacts et fins, de couleur claire, semblant sur le prolongement de ceux qui seront étudiés bientôt dans l'ancienne carrière Mallet. Ce contact du Trias et du Jurassique supérieur jalonne la faille qui limite à l'Ouest la montagne de Crussol.

Après un déjeuner au restaurant installé dans les restes du vieux château de Beauregard, la Société a commencé l'ascension de la montagne. En s'élevant par le chemin conduisant aux ruines de Crussol, on voit le plongement des bancs calcaires tourner de l'Ouest au Nord. Ce plongement nord des couches est manifeste dans la partie septentrionale de la montagne; il est l'indice de la terminaison périclinale de celle-ci.

Un fort dépôt de lœss a aussi attiré l'attention de la Société. Il fait partie de ce vaste manteau qui recouvre le pied du versant ouest de la montagne et continue, avec un développement plus grand encore, sur le plateau de Mérey, prolongement méridional de la montagne de Crussol, au delà du ravin d'Enfer. Ce dépôt où abondent les concrétions calcaires irrégulières, connues

supérieure des calcaires massifs et ruiniformes, sur lesquels sont plantés les restes de l'antique château de Crussol, en raison de certains fossiles qui y ont été recueillis par Huguenin et étudiés par Fontannes (1879) (*Phylloceras pychoicum* QUENST. sp., *Oppelia lithographica* OPP., *Waagenia Beckeri* NEUM. sp., *Lissoceras carachtheis* ZEUSCH. sp., *Lissoceras Staszycii* ZEUSCH. sp., *Pygope janitor* PICT. sp., etc.), est attribuée aujourd'hui au Portlandien inférieur.

Les membres de la Réunion, que la réputation fossilifère de l'ancienne carrière Mallet incitait à presser le pas, se contentèrent des explications données, sans s'arrêter à rechercher des fossiles dans les calcaires du Château, où, d'ailleurs, les bons échantillons sont plutôt rares.

En continuant l'ascension de la montagne au delà des ruines, dans la direction du Sud, on a constaté que le plongement des couches vers le Nord diminue bientôt insensiblement et se maintient désormais assez faible. Le relief extérieur accompagne à peu près le plongement et pendant plus d'un kilomètre, les mêmes bancs affleurant longuement, on ne descend que peu dans la série stratigraphique. On suit ainsi, jusqu'au sommet de la carrière Mallet, les bancs de la partie inférieure des calcaires massifs et ruiniformes de Crussol. Les espèces caractéristiques de ces bancs sont *Aulacostephanus pseudomutabilis* DE LOR. sp., *Aulac. Eudoxus* D'ORB. sp., *Aspidoceras acanthicum* OPP. sp., *Perisphinctes Eumelus* D'ORB. sp., etc. C'est le Kiméridgien supérieur ou Virgulien.

Durant ce trajet des ruines à la carrière Mallet, l'observation de l'arête de la montagne de Crussol et des actions érosives qui l'ont si profondément démantelée, est fort intéressante. L'allure des couches démontre que cette arête coïncide avec le sommet du jambage occidental d'un anticlinal. La montagne de Crussol, en effet, est un pli-faille dont le plan médian de rupture a déterminé l'abrupt précité qui fait face à Valence. En cet endroit, le flanc oriental a été détruit par l'érosion ; le flanc occidental subsiste seul, mais a été puissamment érodé sur son versant. Au-dessus du village de Guilherand, grâce à un important ravinement du versant ouest, le sommet de l'arête a été fortement attaqué et détermine un col bien marqué sur la carte de l'État-Major.

L'ancienne et célèbre carrière Mallet, à laquelle plusieurs sentiers ou mauvais chemins permettent d'accéder, fait face au Sud, au-dessous du point culminant de la montagne (alt. 400 m. env.). Ce front de carrière, haut de 25 à 30 mètres, a été minutieuse-

ment étudié autrefois banc par banc, dans sa moitié inférieure, par Huguenin (1874). Les fossiles en ont été décrits par Fontannes (1876) dans un magistral mémoire qui demeure encore, avec celui publié trois ans plus tard, la base de toute discussion relative au Jurassique supérieur de Crussol¹.

Les membres de la Société manifestèrent le désir de rester un certain temps dans la carrière Mallet, pour exploiter cette mine inépuisable de fossiles que recèlent les blocs amoncelés au fond de la carrière, débris et témoins d'une exploitation de pierres de taille, autrefois si intense. Fontannes, dans son mémoire précité, évalue à plus de douze cents le nombre des Ammonites de ce niveau qu'il lui fut donné d'examiner. Il y reconnut cinquante-sept espèces, dont vingt-cinq nouvelles. Les espèces les plus fréquentes, dans la carrière Mallet, dépendent des genres *Neumayria* et *Perisphinctes*. Parmi celles-ci, *Neumayria pseudo-flexuosa* FAYR. sp., paraît l'espèce la plus abondante. Fontannes affirme qu'elle constitue à elle seule plus de la moitié des individus de la faune; il en a étudié plusieurs centaines d'exemplaires.

La faune des assises de la carrière Mallet est aussi typique qu'abondante. Elle caractérise le Kiméridgien inférieur ou Ptérocérien. C'est la zone à *Streblites tenuilobatus* OPP. sp., espèce qui a été d'ailleurs trouvée à Crussol avec de nombreuses autres, parmi lesquelles on peut citer: *Lissoceras Fialar* OPP. sp., *Simoceras Doublieri* D'ORB. sp., *Perisphinctes unicomptus* FONT., *Perisph. crusoliensis* FONT., *Aspidoceras microplum.* OPP. sp.. Tous les membres de la Réunion ont pu apprécier la richesse paléontologique de ce gisement et en emporter un souvenir durable. La plupart des échantillons, il est vrai, sont de petite taille; mais avec de la persévérance les plus gros viennent toujours récompenser le chercheur.

A la base même de la carrière Mallet existent des bancs marneux, à délit rognonneux ou grumeleux, qui ont été particulièrement mis en évidence par une excavation inférieure, où l'exploitation de la pierre est intermittente. Dans ces bancs, les fossiles sont faciles à dégager; mais ils sont de petite taille et souvent comme rongés partiellement. On y trouve des Spongiaires de taille parfois assez grande et de forme étalée ou en corbeille.

Les bancs de la carrière Mallet sont horizontaux. Cette disposition, exclusivement considérée, pourrait faire regarder la montagne comme un lambeau de plateau. Mais on a déjà vu qu'il

1. Les types décrits et figurés par Fontannes dans ces deux mémoires font tous partie de la collection Huguenin qui appartient aujourd'hui au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

n'en est rien. En ce point, le sommet du jambage occidental de l'anticlinal de Crussol est plus élargi et commence par une allure horizontale. Sur le versant ouest les bancs restent suspendus, par suite des érosions; mais en les suivant vers le Sud, on les voit bientôt reprendre leur plongement normal vers l'Ouest.

S'arrachant avec peine à un si riche gisement, la Société, pressée par le temps, dut continuer son exploration de la montagne et effectuer sa descente. En quittant la carrière Mallet on reste encore quelque temps dans les mêmes assises, comme le montrent les fossiles que l'on peut recueillir dans d'anciennes carrières peu importantes qui furent ouvertes le long du chemin descendant de cette grande carrière.

A l'extrémité méridionale de la montagne, lorsque se dessine un versant vers le Sud, au-dessus du hameau de Mérey, le chemin passe devant une ancienne exploitation et, plus loin, après avoir tourné, continue à proximité d'une autre. On a affaire ici à des assises bien différentes des précédentes. Le calcaire est en bancs plus épais et les couches marneuses sont moins développées. La faune n'est plus la même; elle est aussi moins abondante. Les espèces dominantes sont des *Perisphinctes* du groupe *polyplocus*, pour lesquels Fontannes proposa (1880) le nom générique *Ataxioceras* (*Perisphinctes polyplocoïdes* FONT., *Per. lictor* FONT., *Per. Lothari* OPP. sp., etc.). C'est l'étage séquanien ou astartien, ou la zone à *Perisph. Achilles*. Ce gisement renferme aussi des Spongiaires.

De cet endroit, où l'observation est avantageuse, M. Riche a montré à la Société le plan de rupture axial du pli-faille de Crussol. Il passe au pied du front rocheux de la dernière exploitation précitée, se dirige N.N.E. en coupant très visiblement une avancée marno-calcaire assez élevée, chemine dans la partie supérieure des vignes marneuses qui s'étendent jusqu'à Guilherand et, rasant le front du remarquable abrupt précité de la montagne, se perd sous les alluvions de la plaine du Rhône. Au Sud de Guilherand, les deux flancs du pli sont conservés. La dénivellation axiale n'est pas forte, puisque, au Sud de la montagne, le Rauracien (E.) bute contre le Séquanien (O.) et qu'à Guilherand l'Argovien (E.) bute contre le Rauracien (O.); mais elle n'en est pas moins manifeste. Dans le jambage oriental du pli est profondément creusé le classique ravin d'Enfer, dont la Société dut effectuer un peu rapidement la descente.

Le ravin d'Enfer offre une coupe complète qui s'étend du Trias, au fond du creux, jusqu'au Rauracien dont les marno-calcaires viennent buter, par faille, contre le dit front rocheux séquanien.

Le Rauracien est peu fossilifère et en grande partie recouvert par les vignes ; mais la collection Huguenin y affirme la présence de l'espèce caractéristique, *Peltoceras bicristatum* RASP. sp. (= *bimammatum* QUENST.), avec *Ochetoceras semifalcatum* OPP. sp. et des Spongiaires.

La série marneuse continue, au-dessous, par l'Argovien dont l'affleurement présente une surface très étendue, grâce à laquelle la récolte des fossiles est facile. Mais la limite des deux étages ne peut être marquée exactement. Les fossiles principaux de l'Argovien de Crussol, dans la partie supérieure, plus épaisse, sont : *Duvalia Dumortieri* OPP. sp., *Sowerbyiceras tortisulcatum* D'ORB. sp., *Oppelia arolica* OPP. sp., *Cardioceras alternans* BUCH sp., *Rhynchoteuthis cellensis* DUM. sp. La partie inférieure de l'Argovien fournit *Hibolites hastatus* BLAINV. sp., *Sowerbyiceras tortisulcatum* D'ORB. sp., *Ochetoceras canaliculatum* BUCH sp., *Neumayria callicera* OPP. sp., *Creniceras crenatum* BRUG. sp., *Peltoceras transversarium* QUENST. sp., *Rhynchoteuthis cellensis* DUM. sp., *Rhynchonella arolica* OPP., *Balanocrinus subteres* GOLDF. sp., Spongiaires.

Ces assises sont supportées par d'autres marnes et marno-calcaires bien semblables, mais dans lesquelles la présence de *Hibolites hastatus* BLAINV. sp., *Sowerbyiceras tortisulcatum* D'ORB. sp., *Cardioceras cordatum* SOW. sp., *Peltoceras Arduennense* D'ORB. sp., avec de nombreuses Ammonites ferrugineuses, de petite taille et peu déterminables, dénote l'Oxfordien inférieur. Dans ces assises marneuses, l'arrêt de la Société ne put être bien long ; mais cependant les successions indiquées furent suivies et quelques-unes des espèces citées, recueillies.

Au-dessous se présente une assise fort intéressante, épaisse de 40 cm. sur laquelle M. Riche attire l'attention, à cause du caractère particulier qu'elle possède. C'est une marne, intercalée d'un mince banc marno-calcaire assez dur, tous deux de teinte gris-verdâtre, surtout le banc dur, ce qui permet de la retrouver facilement. Cette marne renferme des galets calcaires perforés souvent recouverts d'un enduit verdâtre, des fragments de moules d'Ammonites de couleur marron et de nature phosphatée, des fragments roulés et perforés d'*Hibolites hastatus* BLAINV. sp., de grande taille. Cette espèce fait son apparition, à Crussol, à ce niveau. Les perforations des galets et des Bélemnites ressemblent à celles que produisent certaines Annélides actuelles. Cette couche de charriage n'a été que vaguement entrevue par Oppel (1865) qui parut la regarder comme représentant la zone à *Quensstedticeras Lamberti*. Ce savant a signalé l'absence à Crussol des

zones à *Peltoceras athleta* et à *Reineckeia anceps*. Elles sont peut-être représentées dans la couche de charriage.

La dite couche de charriage repose sur des marnes, marno-calcaires et calcaires schistoïdes, caractérisés dans leur ensemble par la présence souvent abondante de Posidonomyes (*Posidonomya Dalmasi* DUM., *Pos. alpina* GRAS). La partie supérieure de cette assise, plus marneuse et plus pauvre en Posidonomyes, a fourni *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH. sp., *Phylloceras Hommairei* D'ORB. sp. On doit donc l'attribuer au Callovien inférieur. La partie moyenne, plus calcaire et plus riche en Posidonomyes, ne renferme pas de fossiles caractéristiques. La partie inférieure, analogue à la supérieure, a été rapportée au Bathonien supérieur par quelques auteurs qui y ont signalé la présence de certaines formes de *Perisphinctes*.

L'assise à Posidonomyes est supportée par une autre couche de charriage, connue depuis longtemps sous le nom de *couche ocreuse* et bien différente de l'autre. C'est une couche de marne (0,10 à 0,15) remplie de nodules marneux à enveloppe pyriteuse plus ou moins oxydée, de débris roulés divers, de fossiles plus ou moins usés. L'ensemble présente une couleur jaunâtre qui justifie l'appellation et fait de cette couche un repère précieux. Les fossiles qu'on y trouve la rattachent au Bathonien supérieur : *Hecticoceras retrocostatum* GROSS. sp., *Œkotraustes serrigerus* WAAG. sp., *Sphæroceras microstoma* D'ORB. sp., *Stepheoceras linguiferum* D'ORB. sp.

C'est le dernier niveau que, faute de temps, les membres de la Réunion ne purent observer. M. Riche se borne à exposer succinctement les caractères généraux et les conditions spéciales de gisement, cependant fort curieuses que possèdent les formations de la base de la série de Crussol.

La couche ocreuse repose sur un calcaire rempli d'empreintes de *Cancellophycus* (Bathonien inférieur), assise dont l'extension est constante, mais l'épaisseur, très variable. Au-dessous, au Bajocien supérieur correspond un lambeau calcaire, de faible étendue, accompagné d'une mince couche délitée remplie de *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. sp., de petite taille. Ce lambeau surmonte un calcaire à Entroques et grains de quartz, renfermant de nombreuses Térébratules et Rhynchonelles et rarement *Sphæroceras Brongniarti* Sow. sp.; son extension est constante et son épaisseur variable. Il supporte directement, le plus souvent, l'assise à *Cancellophycus*. Le Bajocien moyen est représenté par un petit lambeau d'un calcaire à Entroques avec rares *Otoïtes Sauzei* D'ORB. sp., montrant des taches et des revête-

ments verdâtres semblables à ceux connus en Normandie au même niveau. Le Bajocien inférieur (Aalénien) correspond aussi à des lambeaux dont le plus important appartient à la zone à *Ludwigia concava* Sow. sp. Cette espèce est associée à une abondante faune recueillie autrefois par Huguenin. La zone à *Lioceras opalinum* paraît aussi représentée, mais par des lambeaux plus restreints.

En résumé, le Bajocien de Crussol est fondamentalement caractérisé par d'importantes lacunes dues à l'érosion par les courants littoraux. Il n'est même parfois représenté que par le calcaire à Entroques de son niveau supérieur. Ce régime plus ou moins intensif des lacunes bajociennes par érosion, n'est d'ailleurs pas exclusif à Crussol. Il se poursuit sur toute la bordure orientale du Plateau Central, dans les départements du Gard, de l'Ardèche et du Rhône; on le reconnaît aussi dans l'Isère, à Saint-Quentin-Fallavier. D'autre part, il est classique en Normandie et dans l'Angleterre méridionale.

Le Lias, réduit au Toarcien, comprend un calcaire à Entroques et grains de quartz, avec couche de charriage à *Hildoceras bifrons* BRUG. sp., *Harpoceras falciferum* Sow. sp., *Grammoceras striatulum* Sow. sp., *Dactylioceras commune* Sow. sp., *Cæloceras subarmatum* YOU. et B. sp., etc. Les bancs du Toarcien ont des épaisseurs et des dispositions très variées. L'étage même peut manquer. C'est encore le même régime lacunaire qui affecte ici le Lias.

Entre le Lias et le Trias existe un grès spécial, d'épaisseur très variable, manquant rarement, ayant emprunté ses éléments à la partie supérieure du Trias.

Le Trias de Crussol est composé d'arkoses fines ou grossières, d'argiles verdâtres gréseuses, de schistes noirâtres pyriteux, de calcaires dolomitiques souvent altérés en cargneules. On y trouve intercalée une couche d'un grès siliceux très fin où abonde *Mypophoria Goldfussi* ALB. sp., avec quelques autres espèces du Keuper.

La gorge du Rioulet, par laquelle on sort du ravin d'Enfer, est creusée dans le Trias coupé de failles peu importantes, mais assez curieuses. Dans la partie terminale de la gorge, par suite d'un relèvement brusque des couches vers le Sud, le granite finit par affleurer sur la rive droite du ruisseau. Ce relèvement des couches qui coïncide avec la position de la gorge du Rioulet, peut être considéré comme la cause première du creusement de cette gorge. En ce point, le granite supporte normalement le Trias, sans l'interposition d'aucune faille.

Excursion du 23 Septembre à Pontaix, La Clastre et Aouste.

PLANCHE XX, fig. 2.

Partis de Valence à 6 heures par le train pour Livron et Crest les excursionnistes débarquent à Pontaix-Sainte-Croix.

La Société, après être sortie des terrains tertiaires du bassin de Crest et de sa ceinture néocomienne et tithonique, traverse en chemin de fer le cirque oxfordien de Vercheny, magnifique exemple de ces aires anticlinales, ainsi que les a nommées M. Paquier, qui sont la caractéristique de la structure du Diois.

Arrivée à la gare de Pontaix, la Société a pu étudier, immédiatement en sortant de la gare, une bonne coupe des bancs inférieurs du Crétacé. Ce sont des bancs marno-calcaires compacts, de teinte claire, parfois mouchetés de rose, en assises assez compactes à leur partie inférieure, mais plus marneux vers le sommet. Ils appartiennent à la zone de l'*Hoplites Boissieri*.

Ces calcaires, très constants dans tout le Diois, sont peu fossilifères ici, nous n'avons pu y recueillir que quelques débris peu déterminables de *H. Boissieri*; par contre les bancs supérieurs ont fourni une petite faune dont voici la liste :

Duvalia lata BLAINV. Échantillons comprimés et intermédiaires entre *D. lata* et *D. ensifer*; ils ne se distinguent guère de cette dernière que par la position plus excentrique du sommet. Les deux espèces sont d'ailleurs très voisines et seront probablement réunies : le principal caractère distinctif consiste dans la longueur moindre du sillon chez *D. ensifer* et qui n'est pas constant dans cette espèce.

Duvalia conica BLAINV. Un échantillon de petite taille, bien qu'adulte, se rapporte bien à la figure de Blainville.

Belemnites Orbignyi.

Hibolites aff. *bicanaliculatus*. Échantillon de très petite taille rappelant ceux qui abondent dans l'Hauterivien (zone à *D. Sayni*).

Hibolites sp.

Leptoceras aff. *Studer* OOSTER. Un bon fragment qui montre bien que les côtes ne sont pas interrompues sur la région siphonale.

Plaques de *Cidaris*.

La place systématique de la zone à *H. Boissieri* a donné lieu à de longues polémiques et son autonomie même a été discutée. D'accord avec M. Kilian, et, croyons-nous, avec tous ceux qui ont étudié la question dans la région subalpine, nous pensons que la zone à *Hoplites Boissieri* est bien distincte du Tithonique supérieur et forme la base du Valanginien.

Au-dessus de la zone à *Hop. Boissieri*, et liée intimement avec

sa partie supérieure se développent des alternances de marnes et de calcaire marneux bien connus de tous ceux qui ont étudié le Néocomien du Sud-Est de la France, et que Lory avait désignés sous le nom de marnes à *Belemnites latus*.

Ici, comme dans tout le Diois, la partie inférieure des marnes (zone à *Hoplites Roubaudi*) est seule fossilifère, la belle faune de la partie supérieure (zone à *Saynoceras verrucosum* et *Duvalia Emerici*) si bien développée dans les Basses-Alpes et le Bochaîne n'a jamais été signalée dans le Diois. On l'a pourtant retrouvée, très appauvrie il est vrai, plus au Nord, dans la chaîne de Raye, non loin de Valence.

La faune de la zone à *Hoplites (Kilianella) Roubaudi* est très riche et les environs de la gare de Pontaix sont un des meilleurs gisements connus de ce niveau. La Société a pu faire une ample moisson de fossiles, en particulier d'*Hoplites* pyriteux de grande taille et de la plupart des autres espèces caractéristiques; entre autres :

<i>Lytoceras quadrisulcatum</i> D'ORB.	<i>Hoplites Roubaudi</i> D'ORB.
<i>Phylloceras Thetys</i> D'ORB.	— <i>salientinus</i> SAYN.
— <i>Calypso</i> D'ORB.	<i>Astieria drumensis</i> SAYN.

Nous profiterons de l'occasion de la visite des membres de la Société géologique aux marnes valanginiennes du Diois pour donner une liste des fossiles de ce niveau recueillis jusqu'à ce jour dans les différents gisements de la Drôme, liste qui n'a jamais été donnée aussi complète.

LISTE DES FOSSILES DES MARNES VALANGINIENNES DE LA DRÔME¹

- Lytoceras quadrisulcatum* D'ORB. CC, partout.
 — *Juilleti* D'ORB. C, partout.
 — aff. *stephanense* KILIAN. RR, Chamaloc.
Phylloceras Thetys D'ORB. CC, partout.
 — *serum* OPP.
 — — var. *perlobata* SAYN. C, partout.
 — n. sp. Châtillon-en-Diois. RR.
 — *Calypso* D'ORB. sp. C, partout.
 — *semisulcatum* D'ORB. CC, partout.
Garnieria heteropleura NEUMAYR et UHLIG, var. *occidentalis* SAYN. Chamaloc, col de Prémol, Pontaix.
 — *angulosa* SAYN. RR, col de Prémol près Jonchères.
 — *cardioceroides* SAYN. RR, Pontaix.
 * *Delphinites Ritteri* SAYN. RR, Chelles (Isère).
Neocomites neocomiensis D'ORB. sp. CC, partout.

1. Les espèces marquées d'un astérisque (*) n'ont pas encore été rencontrées dans le Diois. — C, commun; CC, très commun; AC, assez commun; R, rare; RR, très rare; AR, assez rare.

- Neocomiles? trezanensis* LORY, in SAYN, Prémol, Pontaix, Chamaloc.
 — ? *eucyrtus* SAYN. AR, Pontaix, Chamaloc.
 — ? *Longi* SAYN. R, Chamaloc, Prémol.
 — ? *Bedoti* SAYN. RR, Pontaix, Prémol.
 * *Thurmania Boissieri* PICTET. RR, La Faurie.
 — *Thurmani* P. et CAMP. C, partout.
 * — *Gueymardi* SAYN. RR, Eimery près Trezane (Isère).
 — *pontetiana*. RR, SAYN Pontaix.
 — *pertransiens* SAYN. AC, Pontaix.
 — *salientina* SAYN. AC, Pontaix, Chamaloc, Prémol.
Kilianella Lucensis SAYN. CC, Pontaix, Chamaloc.
 — *bochianensis* SAYN. R, Chamaloc, Valdrôme, Prémol.
 — *ischnotera* SAYN. RR, Chamaloc, Prémol, Sainte-Croix, Pontaix.
 — *Roubaudi* D'ORB. C, partout.
 — cf. *pexiptycha* UHL. RR, Luc-en-Diois.
 — *Grossouvrei* SAYN. RR, Chamaloc, Pontaix.
Berriassella chomeracensis TOUCAS. RR, Luc-en-Diois, Chamaloc.
 — sp. ind. RR. Pontaix.
Leopoldia enigmatica SAYN. RR, Chamaloc.
 — *subænigmatica* SAYN. R, Chamaloc, Prémol.
 — n. sp. aff. *Leopoldi*. RR, Chamaloc.
Holcostephanus (Astieria) drumensis SAYN. Prémol, Pontaix.
 — *perinflatus* MATH. R, Pontaix.
 — *Chaignoni* SAYN. RR. Châtillon-en-Diois.
 — (*Valanginites*) n. sp. RR, Pontaix¹.
Spiticeras diense SAYN. RR, Prémol.
Himalaites n. sp. RR, Châtillon-en-Diois, Bellegarde, Chamaloc, Pontaix.
Holcostephanus sub Royeri MALLADA. RR, Châtillon-en-Diois, Chamaloc.
Oppelia folgariaca OPP. Châtillon-en-Diois, Pontaix.
 — cf. *zonaria* OPP. Luc-en-Diois.
Lissoceras Grasi D'ORB. CC, partout.
 — n. sp. AC., partout.
Leptoceras. R, Pontaix.
Bochianites neocomiensis D'ORB. CC, partout.

Des hautes pentes calcaires qui dominent la gare de Pontaix la Société géologique a pu constater le formidable développement que prennent les divers termes de l'Hauterivien et du Valanginien au voisinage du Vercors et se rendre compte du contraste que la brusque disparition des masses rocheuses de l'Urgonien crée entre l'aspect des rives nord et sud de la Drôme (pl. XX, fig. 2).

Après avoir déjeuné à l'auberge du Pont de Sainte-Croix, la Société a repris le train pour la halte de Piégros-la-Clastre.

A Piégros-la-Clastre, la Société s'est engagée dans les marnes aptiennes qui remplissent le fond du synclinal de Piégros, continuation directe de celui de Suze² (fig. 3).

1. Cette espèce a été signalée par M. Kilian, mais non figurée, sous le nom de *Valanginites Rebouli* SAYN, in « *Lethæa geognostica, Mesozoicum* », 3^e vol. 2^e part., p. 196, note 3.

2. V. PAQUIER. Recherches géologiques dans le Diois, etc., p. 368.

C'est le seul pli du Vercors qui, après s'être dirigé N.S. dans la première partie de son parcours, se recourbe vers l'Est parallèlement au synclinal de la forêt de Saou. La partie du synclinal de Piégros qui a subi ce mouvement de torsion est fortement étirée, et il en résulte que les différentes zones de l'Haute-rivien et du Barrémien viennent successivement en contact avec les marnes aptiennes.

La Société aborde tout d'abord les marnes du Barrémien inférieur qui renferment notamment :

<i>Phylloceras serum</i> OPP.	<i>Puzosia</i> sp.
— <i>infundibulum</i> D'ORB.	<i>Pulchellia Bertrandi</i> NICK.
— cf. <i>Milashevitchi</i> KAR.	<i>Pulchellia</i> sp.
<i>Lytoceras</i> cf. <i>oblique strangulatum</i>	<i>Holcodiscus Sophonisba</i> COQUAND.
UHL.	— <i>Heeri</i> OOST.
<i>Saynella Grossouvrei</i> NICKL.	— <i>intermedius</i> D'ORB. var.
<i>Desmoceras difficile</i> D'ORB.	<i>Hamulina</i> sp.
<i>D. Seguenzæ</i> COQUAND.	<i>Leptoceras</i> sp.

Cette faunule est remarquable par la présence de plusieurs types du Barrémien algérien et espagnol qui jusqu'à ce jour n'avaient pas encore été rencontrés dans le S.E. de la France.

Certaines espèces comme *Pulch. Bertrandi*, *Holc. Sophonisba*, *Desm. Seguenzæ* ainsi que les *Leptoceras* n'ont pas encore été trouvés dans le Barrémien calcaire des environs de Crest et paraissent localisés dans le faciès à fossiles pyriteux.

Ces marnes sont directement recouvertes, comme c'est le cas général dans la région d'Aouste, par le Gargasien. Le Barrémien supérieur et le Bedoulien manquent donc sur ce point¹.

En remontant vers l'Est, on observe au-dessous du Barrémien des calcaires plus compacts grisâtres où l'on recueille *Parahoplites angulicostatus*.

Ce calcaire, peu développé en ce point, repose sur des marnes à fossiles pyriteux de la zone à *Streblites Sayni* qui renferment :

<i>Phylloceras semisulcatum</i> var.	<i>Lissoceras Grasi</i> D'ORB. sp.
D'ORB. sp.	<i>Streblites Sayni</i> PAQ. sp.
— <i>infundibulum</i> D'ORB. sp.	<i>Puzosia</i> n. sp.
— cf. <i>Milashevitchi</i> KARAK.	<i>Aptychus angulicostatus</i> COQUAND.

La faune du Barrémien de Piégros est remarquable par la présence d'un certain nombre d'espèces signalées seulement jusqu'ici dans le Barrémien d'Espagne et d'Algérie. Il est très singulier

1. La notation de la Carte géologique c_{ii} c_{iii} est un peu trop compréhensive sur ce point.

que ces formes ne se retrouvent qu'aux points où le Barrémien est à l'état de marnes à fossiles pyriteux, tandis que l'on n'en trouve aucune trace dans les faciès calcaires de la même région (si fossilifère à Aouste, à Cobonne).

Les membres de la Société remontent en voiture pour étudier vers Aouste, à la colline des Aubes, la zone à *Parahopl. angulicostatus*, très développée et particulièrement fossilifère sur ce point: *Parahoplites angulicostatus* (forme déroulée); *P. cf. crioceroïdes*, *Phylloceras cf. Milashevitchi* KAR., *Lissoceras Grasi*.

Parmi les espèces caractéristiques du niveau, signalons *Parahoplites crioceroïdes* TORCAPEL, une des formes les plus constantes de cette zone depuis les environs de Grenoble jusque dans le Gard.

Les deux horizons dont nous venons de parler: zone à *Streblites Sayni*, et zone à *Parahoplites angulicostatus*, considérées par MM. Kilian, Lory, Paquier, comme la partie terminale de

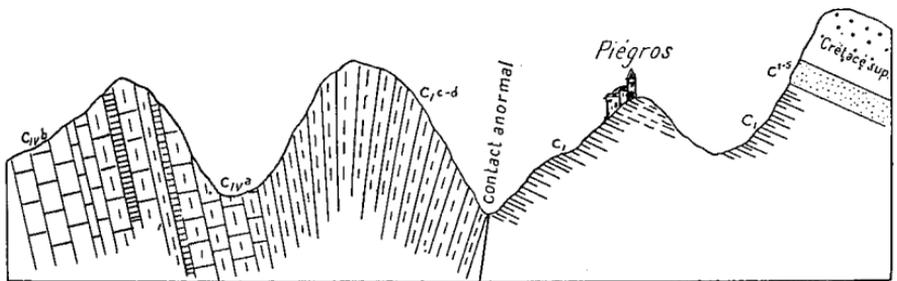


FIG. 3. — COUPE DU BARRÉMIEN PYRITEUX ET DE L'HAUTERIVIEN DE PIÉGROS. — Longueurs env. 1/20 000. Hauteurs très exagérées.

$c_1^{v^a}$, Albien; c_1 , Marnes aptiennes; c_1^{c-d} , Barrémien; $c_1^{v^a}$, Hauterivien supérieur; $c_1^{v^b}$, Hauterivien inférieur.

l'Hauterivien, ont été rangées dans le Barrémien inférieur par M. Haug. Il est bien certain que leur faune a les plus grandes affinités paléontologiques avec celle du Barrémien; mais cette question d'accolade ne laisse pas que d'être délicate à trancher. Si le grand développement des *Desmoceras* et l'apparition du genre *Hamulina* ainsi que du groupe des *Pulchellia* tranche avec la faune hauterivienne, la persistance jusque dans la zone à *Par. angulicostatus* de *Lissoceras Grasi* et la présence de *Crioceras Duvali* ou de formes affines dans la zone à *Strebl. Sayni* sont des arguments qui ne manquent pas de valeur pour rattacher cette zone à l'Hauterivien.

Au point de vue du faciès lithologique il est incontestable que tout au moins la zone à *H. angulicostatus* est difficile sur beaucoup de points à séparer du Barrémien (*s. str.*).

		VALLÉE DE LA DRÔME.	VALENTINOIS.	VALENTINOIS (suite).	ROYANS.	VERCORS ET ENVIRONS DE GRENOBLE.
APTIEN	Bédoulien	Calcaires jaunâtres à silex avec <i>Orbitolines</i> et <i>Parahoplites conso-brinus</i> de Cobonne.	Calcaire jaunâtre à silex et <i>Ostrea aquila</i> du plateau de Raye.	Calcaire à <i>Ostrea aquila</i> du plateau d'Ambel.	Marno-calcaire à <i>Toxaster Collegnoi</i> , <i>Ostrea aquila</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> du roc de Touleaux.	Couches supérieures du Fa avec <i>Matheronia Virginiae</i> , <i>Toucasia carinata</i> (var. comprimé) et <i>Ancyloceras aff. gigas</i> .
	BARÉMIEN	supérieur	Calc. à <i>Costidiscus recticostatus</i> , <i>Helerocheras Astieri</i> et marnes à <i>Helerocheras</i> pyriteux de Cobonne.	Calc. massifs à <i>Parahopl.</i> aff. <i>Feraudi</i> , <i>Helerocheras</i> , nombreux Bivalves et Gastropodes du sommet de Raye.	Calcaires récifaux de Barcelonne avec <i>Helerocheras</i> aff. <i>Astieri</i> , nombreux Gastropodes, <i>Pachytraga</i> et <i>Caprininés</i> .	Calcaires dits urgoniens à <i>Toucasia carinata</i> et <i>Nerinea Arnaudi</i>.	Calcaires dits Urgoniens et couche à Orbitolines (premier niveau).
inférieur		Marno-calcaire et couche glauconieuse de Cobonne, calcaire d'Aoste à <i>Pulchellia compressissima</i> , <i>Holcodiscus Kiliani</i> , <i>Desmoceras difficile</i> , <i>Desm. cf. cassidoïdes</i> , etc.	Marnes et calcaires marneux à <i>Toxaster</i> avec <i>Pulchellia</i> et <i>Holcodiscus</i> des environs de Combovin (faciès <i>barutélien</i>).	Calcaire jaunâtre à <i>Rhynchonella</i> de Saint-Vincent.	Calcaires compacts du tunnel de Pionnier et de la grotte de Brudour à Lente avec nombreuses <i>Panopæa</i> , <i>Rhynchonella</i> et <i>Holcodiscus menglonensis</i> .	Calcaires compacts avec <i>Panopæa</i> .
HAUTÉRIEN	supérieur	Calcaires à <i>Parahoplites angulicostatus</i> , <i>Par. cf. crioceroïdes</i> des environs d'Aouste. Marno-calcaires à <i>Streblites Sayni</i> faciès pyriteux vers Saillans, calcaire à Cobonne.	Calc. à <i>Parahopl. angulicostatus</i> , <i>Par. cf. crioceroïdes</i> et <i>Brunonia?</i> n. sp. de Combovin et de Chateaudouble. Calcaires foncés à <i>Streblites Sayni</i> et faune dite de Saint-Reymond.	Marnes à <i>Toxaster retusus</i> et <i>Ostrea Couloni</i> .	Marnes à <i>Toxaster retusus</i> et <i>Parahopl. angulicostatus</i> de Combelaval près Saint-Jean en Royans. Calcaires foncés du Serre et de la Croix, près Bouvante, à <i>Streblites Sayni</i> , <i>Crioceras Duvali</i> et faune dite de Saint-Reymond.	Marnes à <i>Toxaster retusus</i> . Calcaires foncés de l'ermitage du Casque de Néron avec <i>Streblites Sayni</i> .
	moyen	Calcaires à <i>Crioceras Duvali</i> .		Calcaires à <i>Crioceras Duvali</i>		
	inférieur	Calcaire de Rollandière près Mari-gnac avec grands <i>Holcostephanus</i> .	Marnes calcaires à <i>Duvalia dilatata</i> , <i>Holc. hispanicus</i> et <i>Crioceras Duvali</i> (Raye).	?	Couches glauconieuses à <i>Holcostephanus hispanicus</i> , <i>Duvalia dilatata</i> , <i>Cidaris punctatissima</i> (Echevis).	Couche glauconieuse à <i>Holcostephanus hispanicus</i> et <i>Cidaris punctatissima</i> de Saint-Pierre de Cherrenne.
VALANGINIEN	supérieur	Marnes sans fossiles.	Marnes à <i>Duvalia Emerici</i> et <i>Ammonites pyriteuses</i> mal conservées et calcaires à <i>Saynoceras verrucosum</i> de la chaîne de Raye.	Calcaires spathiques par place (faciès du Fontanil), nombreux <i>Brachiopodes</i> .	Calcaires du Fontanil et zone à <i>Alectryonia rectangularis</i> .	Calcaires du Fontanil à <i>Hoplites Thurmani</i> et <i>Pygurus rostratus</i> . Calcaires jaunes à <i>Alectryonia rectangularis</i> .
	moyen	Marnes à <i>Hoplites Roubaudi</i> .	Calcaires inférieurs de Barcelonne à <i>Hoplites neocomiensis</i> .	Marnes à <i>Duvalia conica</i> , <i>Hoplites neocomiensis</i> pyriteux et nombreux <i>Brachiopodes</i> .	Marnes à <i>Duvalia lata</i> .	Marnes à <i>Duvalia lata</i> .
	inférieur	Calcaires à <i>Hoplites Boissieri</i> et marno-calcaires à <i>Belemnites</i> de la gare de Pontaix.	Invisible.	Couches rognonneuses de Barbières et de Saint-Vincent avec <i>Hopl. Boissieri</i> et nombreux <i>Brachiopodes</i> , <i>Plicatules</i> , <i>Huitres</i> , etc.	Invisible.	Couches à ciment de la Porte-de-France avec <i>Hoplites Boissieri</i> .

Les membres de la Société sont ensuite rentrés à Crest pour y passer la nuit.

M. L. Joleaud, à propos de l'analogie de faciès du Barrémien à *Pulchellia Bertrandi* et *Holcodiscus Sophonisba* de la Clastre et du Djebel Ouach, rappelle que les *Pulchellia*, rarissimes en Crimée et en Tunisie, sont abondantes en Algérie, où prédominent les types bicarénés, en Espagne où sont fréquentes les formes unicarénées ou à région siphonale arrondie, en Colombie où est particulièrement bien représenté le genre *Heinzia*. Il est vraisemblable que ces divers groupes d'espèces affectionnaient des milieux un peu différents les uns des autres.

M. Sayn insiste sur les caractères stratigraphiques du Crétacé inférieur de Grenoble, dont le faciès mixte, où alternent les formations à Céphalopodes et les calcaires à Rudistes et Échinides, relie les faciès alpins au faciès jurassien.

Le tableau des pages 878 et 879 donne une idée plus exacte de ces relations.

Séance du 27 Septembre 1910

PRÉSIDENCE DE M. SAYN, PRÉSIDENT DE LA RÉUNION

La séance est ouverte à 9 heures 1/2 à Alais.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. Sayn rend compte des excursions faites par la Société les 24, 25 et 26 septembre.

M. F. Roman rend compte de l'excursion du 27 septembre.

Excursion du 24 Septembre à Cobonne et Livron.

Le 24 au matin départ pour Cobonne en voiture.

Le temps restreint dont disposait la Société ne lui a pas permis d'étudier la ceinture tertiaire si intéressante du bassin de Crest. On a néanmoins pu apercevoir la grande barre de calcaires mollassiques du Burdigalien inférieur à *Pecten subbenedictus* et *crestensis* sur laquelle s'est bâtie la tour de Crest et qui limite l'horizon du côté de l'Ouest d'une façon si pittoresque. Cette barre calcaire, qui est assez fortement relevée, vient reposer sur les marnes du Néocomien.

Les affleurements du Crétacé sont peu visibles auprès de la route jusqu'à Aouste, et ce n'est qu'au village de ce nom que les

voitures ont pris une direction perpendiculaire à leur direction primitive et ont pénétré dans l'anticlinal néocomien d'Aouste.

Au village même, affleurent des marnes entremêlées de bancs calcaires, dans lesquels on n'a pas trouvé de fossiles mais qui, par leur position stratigraphique, doivent correspondre à la base de l'Hauterivien, très marneux dans cette région.

Plus haut, en suivant le vieux chemin de Crest à Cobonne, la Société a pu voir un calcaire assez compact, riche en *Crioceras Duvali*, surmonté par des couches marneuses renfermant de très nombreux *Streblites Sayni* de grande taille.

La zone à *Str. Sayni* n'a pas ici son faciès de marnes à fossiles pyriteux, observé la veille à Piégros. Elle affecte déjà le faciès plus calcaire, riche en moules d'Ammonites de grande taille, qu'elle conserve jusqu'aux environs de Grenoble, et qui est particulièrement fossilifère aux environs de Combovin (Drôme)¹.

A Cobonne même, on peut relever la succession suivante (fig. 4) :

7 — C_{II}. Tout à fait au sommet et immédiatement sous les marnes aptiennes, on observe 3 m. environ de calcaires de teinte claire avec nombreux silex noirs. Très pauvres en fossiles ces calcaires ont cependant fourni quelques *Orbitolines* et un fragment de *Parahoplites* du groupe de *consobrinus* d'ORB. Ces calcaires représentent le Bédoulien si développé plus à l'Est vers Beaufort.

6 — C_{IIIa}. Marnes argileuses avec fossiles pyriteux de petite taille : *Phylloceras infundibulum*, *Ph. Milaschevitchi* KAR., *Costidiscus striatissulcatus* type et var. *afra* SAYN, *Heteroceras Giraudi* KILIAN, *Het. cf. Astieri* d'ORB., *Desmoceras difficile*

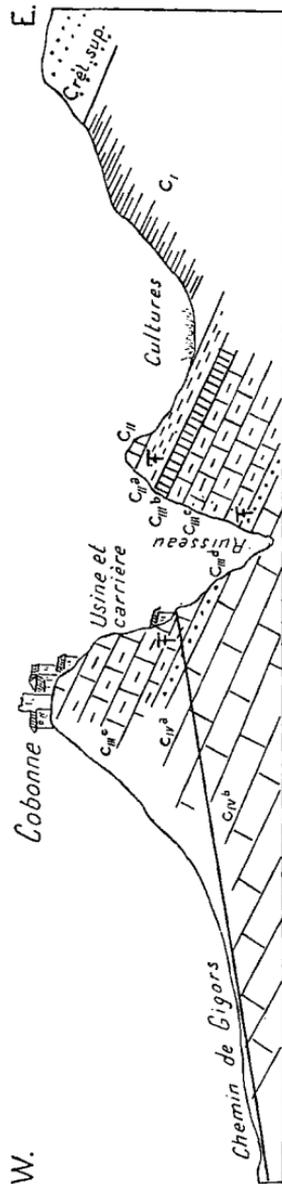


FIG. 4. — COUPE DU BARRÉMIEN ET DE L'HAUTERIVIEN DE COBONNE. — Long. env. 1/20000. Haut. exagérées. c. Marnes aptiennes : c_I, Bédoulien ; c_{IIa}-c, Barrémien ; c_{II}, Hauterivien ; F, Points fossilifères.

1. SAYN. B. S. G. F., (4), IX, 1909, p. 297.

d'ORB., *Puzosia cirtensis* SAYN, *Desm. strelostoma* UHL., *Leptoceras* sp.; moules de Gastropodes, et Bivalves, débris de Crinoïdes.

5 — C_{III}b. Calcaires blanchâtres, de teinte un peu plus grise à la partie inférieure. Les bancs calcaires du sommet renferment de très nombreux *Costidiscus recticostatus* D'ORB. de grande taille accompagnés de grands fragments d'*Heteroceras Astieri* D'ORB.

4 — C_{III}c. Calcaires compacts, gris clairs en bancs assez épais, séparés par des délits marneux minces assez pauvres en fossiles renfermant surtout *Desmoceras* cf. *cassidoides* UHL.

Ces bancs sont activement exploités pour alimenter une fabrique de billes installée sur place.

Dans la carrière de la fabrique on a recueilli : *Paraspiticerias Percevali* UHL., *Hamulina Silesiaca* UHL.

3 — C_{III}d. Calcaires glauconieux de la base du Barrémien très fossilifère. Citons plus particulièrement de ce point : *Saynella Suessi* SIM., *Pulchellia pulchella* D'ORB., *Holcodiscus Kiliansi* PAQUIER, etc.

Cette zone est particulièrement développée sur la rive gauche de la Sye, le long du chemin de Suze et du sentier qui remonte le cours d'eau presque en face de la fabrique.

Les couches calcaires qui alternent avec la glauconie contiennent beaucoup de *Desm.* cf. *cassidoides* UHL. et des fragments de grands *Ancyloceras* du groupe de *gigas*.

2 — C_{IV}a. Calcaires de la zone à *Par. angulicostatus*. Cette zone est peu visible ici ; un peu plus loin elle se confond pour ainsi dire avec la base du Barrémien ; mais on peut retrouver en plusieurs points l'espèce caractéristique associée à *Pulch. masyllæa* COQUAND. Elle est loin d'avoir ici l'individualité et la faune spéciale qu'elle présente à Aouste à la colline des Aubes.

1 — C_{IV}b. Calcaires compacts de la zone à *Desmoceras Sayni*.

Les deux dernières zones (5 et 6) représentent le niveau de Morteyron de la montagne de Lure (Barrémien supérieur) et les deux autres le niveau de Combe-Petite (Barrémien inférieur). Il est à remarquer que l'épaisseur du Barrémien est considérablement moindre que dans les Basses-Alpes : le Barrémien supérieur notamment est extrêmement réduit. Plus au Nord, dans la chaîne de Raye, le Barrémien supérieur prend d'abord un faciès subnéritique avec *Heteroceras*, *Desmoceras difficile*, *Parahoplites* cf. *Feraudi* et de nombreux *Pecten* lisses, Huîtres, Gastéropodes. Un peu plus loin, vers Barcelonne cette partie de l'étage n'est plus représentée que par des couches récifales qui renferment avec *Het. Astieri* de nombreux Polypiers et Rudistes et la faune de Gastéropodes de Brouzet.

Nous n'avons eu malheureusement nulle part l'occasion de voir la partie inférieure de l'Hauterivien si bien représentée dans le

Valentinois par les couches à *Crioceras Duvali*, *Holcostephanus hispanicus* MALLADA et *Duvalia dilatata* de la chaîne de Raye¹.

On est ensuite rentré déjeuner à Crest directement. Après le repas les membres de la Société sont partis par la route de Livron.

A Alex un petit arrêt a permis d'observer les marnes plaisanciennes à *Nassa semistriata* BROCH. très fossilifères sur ce point.

On sait que ces marnes occupent le fond d'un fjord latéral à la vallée du Rhône désigné par Fontannes sous le nom de golfe d'Eurre. Elles sont très épaisses sur ce point et ont été traversées par un sondage sur une épaisseur de 200 mètres.

Les argiles plaisanciennes sont activement exploitées par des tuileries, comme dans tout le reste de la vallée du Rhône. Elles sont franchement marines, à la base on y a recueilli en abondance² :

Balanus tintinabulum L.

Cerithium vulgatum BRUG.

Turritella Rhodanica FONT.

— *subangulata* BR.

Dentalium delphinense FONT.

Ostrea barriensis FONT.

Pecten scabrellus LAMK.

Arca diluvii L.

Cardium cf. *sulcatum* LAMK.

Venus islandicoïdes LAMK.

— *verrucosa* L.

Corbula gibba BR.

Jouannelia semicaudata DESM.

A leur partie moyenne les assises deviennent sableuses et renferment des lits à végétaux, Poissons et Oursins (*Clupea Fontanesi* SAUVAGE, *Clupeops insignis* SAUV., *Brissopsis* aff. *crenaticus* WRIGHT et même vers Château-Pergaud une intercalation marneuse à Congéries (*Congerina* aff. *simplex*, *Cardium Partschi*, *Melanopsis*, *Neritina micans*).

Arrivés à Pont-de-Livron on a gravi la colline qui supporte le cimetière et l'on peut suivre la succession suivante :

A la base :

1. Calcaires blanchâtres en bancs compacts renfermant des *Toxaster* et dans lesquels M. Kilian a trouvé autrefois *Hop. campyloloæus* UHLIG.

2. Calcaires gris clairs, en bancs assez épais, dans lesquels on a recueilli de beaux exemplaires de *Parahoplites cruasensis* TORCAPEL. Ces bancs affleurent particulièrement bien vers le cimetière.

3. Calcaires en bancs plus minces renfermant en abondance *Streblietes Sayni*. Ces couches affectent en ce point un faciès plus néritique que celui qu'on a pu observer à Cobonne. On y rencontre *O. Couloni*, des *Toxaster*, des Serpules, etc

1. G. SAIN. Néocomien de la chaîne de Raye. *Bull. Soc. stat. de l'Isère*, 1892.

2. Voir la liste complète in FONTANNES. Les terrains tertiaires du bassin de Crest. Et. VI, p. 126.

Un peu plus loin une petite faille ramène les couches à *Par. cruasensis* et *Desm. Sayni* que surmontent des calcaires, peu fossilifères en ce point, mais qui, plus près d'Allex, à Château-Pergaud, ont fourni *Parahopl. angulicostatus*. Ceux-ci sont à leur tour surmontés par des calcaires blanchâtres où nous avons recueilli *Pulchellia compressissima* d'ORB., et *Holcodiscus Van den Heckeï* d'ORB. qui représentent la base du Barrémien.

La Société a pu constater avec la plus grande netteté que sur ce point les calcaires à *Par. cruasensis* sont intercalés entre les calcaires hauteriviens inférieurs du Pont-de-Livron et les couches à *Str. Sayni*. Ils occupent donc exactement la même situation que les calcaires à *Crioceras Duvali* observés à Cobonne et peuvent être considérés comme terminant l'Hauterivien moyen.

Les membres de la Société ont ensuite pris le train pour Montélimar où l'on a dîné et couché.

*Excursion du 25 Septembre à Donzère,
Saint-Thomé et la Farge.*

Le départ de Montélimar a eu lieu par un train du matin pour Donzère. De là des voitures nous ont transportés dans les carrières de Saint-Montant sur la rive droite du Rhône.

Sur le pont de Donzère, la Société s'est arrêtée un moment pour admirer le coup d'œil remarquable que présente le Rhône en ce point. Le fleuve dont le volume s'est considérablement accru par suite des apports de l'Isère et de la Drôme, est ici resserré dans une cluse relativement étroite qui s'étend de Viviers à Saint-Montant sur la rive droite et de Châteauneuf-du-Rhône et Donzère sur la rive gauche. Les hautes falaises urgoniennes, qui l'enserment, laissent à peine passage à la route et à la voie ferrée sur la rive gauche. A droite, du côté de Viviers, un ancien bras du Rhône isolait le monticule surmonté par une chapelle. Cet ancien bras correspond à la fin du Quaternaire. Remarquons en outre, en passant, qu'à l'époque pliocène le Rhône coulait plus à l'Est et se trouvait reporté à gauche du massif de Malataverne et la cluse se trouvait au pied de la colline de Notre-Dame-de-Montchamp.

La cluse actuelle du Rhône est connue dans le pays sous le nom pittoresque de *Robinet de Donzère*.

Dans les carrières de Saint-Montant qui sont au nombre de trois, la Société a longuement étudié la constitution de l'Urgonien, elle a pu s'assurer qu'il existait en ce point un véritable récif avec nombreux Polypiers et Hydrozoaires.

Les couches relativement tendres ont fourni de très nombreux Rudistes aux recherches de V. Paquier, qui en a fait l'étude détaillée. Il cite notamment de cette localité :

Requienia ammonia MATH.

Toucasia carinata MATH.

Offneria rhodanica PAQUIER.

— *intermedia* PAQUIER.

Præcaprina varians PAQUIER.

Pachytraga paradoxa PICT. et CAMP.

— *Lapparenti* PAQUIER.

On y a aussi rencontré un certain nombre de Gastéropodes : *Harpagodes Beaumonti*, *Nerinea*.

On a pu recueillir la plupart de ces fossiles.

Quel est exactement l'âge des calcaires blancs à Rudistes ?

D'après les travaux de Paquier il faudrait les rapporter à l'ensemble des étages barrémien et bédoulien. Ce savant paléontologiste signale dans les derniers bancs urgoniens l'abondance des Caprininés, de *Pachytraga*, *Toucasia carinata* MATH., *Matheronia Munieri* PAQUIER. Ces formes seraient caractéristiques de l'Aptien

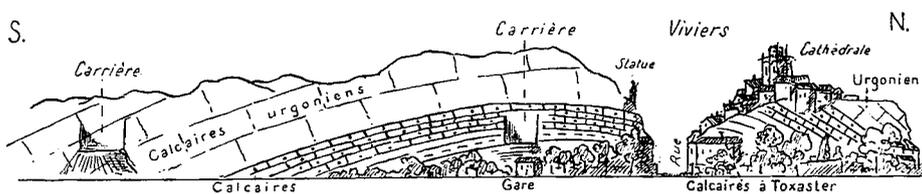


FIG. 5. — COUPE DES ENVIRONS DE VIVIERS. — Échelle des longueurs : 1/10 000.

inférieur ; il en résulterait que les calcaires de Saint-Montant seraient les équivalents récifaux des calcaires de la Bedoule et par conséquent des calcaires de La Farge, qui ne sont qu'à quelques kilomètres plus au Nord. Cette opinion est d'ailleurs partagée par M. Kilian qui l'a rappelée dans ses divers travaux.

A vrai dire la position stratigraphique de ces couches est assez difficile à discerner aux environs de Viviers. Les assises sur lesquelles reposent les bancs à *Rudistes* ne sont malheureusement pas fossilifères et le passage latéral de la partie supérieure aux calcaires bédouliens de La Farge est impossible à saisir.

Quoi qu'il en soit, voici la succession qu'on peut relever aux environs immédiats de Viviers (fig. 5).

Les couches crétacées de cette localité affectent l'allure d'un anticlinal dont l'axe est approximativement E.-W. et dont les flancs retombent par suite vers le Sud du côté de Saint-Montant et vers le côté du Teil. Les assises les plus anciennes visibles

dans une carrière située près de la gare de Viviers montrent la succession suivante :

1. A la base, marnes sèches bleues foncées auxquelles succèdent des couches plus minces et plus marneuses ayant l'aspect extérieur des marnes valanginiennes supérieures.

2. Calcaires marneux bleuâtres bien lités sans délits marneux, avec organismes problématiques (*Nemausina*).

3. Calcaires marneux compacts, jaunâtres par altération, bleus en profondeur en bancs assez épais. On y rencontre quelques débris de fossiles, mais rien de déterminable.

4. Calcaires compacts, en bancs plus minces, bien lités, renfermant de nombreux rognons de silex.

Dans la carrière dont nous venons de parler, les bancs 1 et 2 sont exploités, le premier en profondeur, et au-dessous du niveau normal du sol; les calcaires 3 forment le toit de l'exploitation. Les assises 4 ne sont pas utilisées et se voient dans le chemin qui mène à la partie supérieure de la carrière.

Les calcaires à silex peuvent se suivre sur une assez grande longueur vers le Sud en se dirigeant vers Saint-Montant, ils atteignent bientôt le niveau de la route. C'est seulement au-dessus de ces bancs que commencent les assises à Rudistes exploitées par la Société.

Par analogie avec ce que nous connaissons des régions voisines, il nous paraît rationnel de considérer les termes les plus inférieurs de cette série (1 et 2) comme appartenant à la partie supérieure de l'Hauterivien moyen. Les calcaires 3 ont l'aspect habituel de la zone à *Par. angulicostatus* et comme conséquence nous rattacherons au Barrémien inférieur les bancs de calcaire à silex.

La même succession peut s'observer sur le flanc est du monticule qui s'étend entre la route de Saint-Montant et le Rhône; mais ici on peut voir, en face de l'extrémité du pont de Viviers les calcaires récifaux succéder aux calcaires à silex. Une grande carrière ouverte dans ces assises montre que les bancs urgoniens sont très grossiers et forment un véritable Coral-rag. De nombreux Rudistes un peu roulés y ont été recueillis. Nous citerons en particulier *Offneria* et *Præcaprina varians*.

La retombée nord de l'anticlinal se trouve située sous la ville même de Viviers et l'on peut encore observer la même succession bien qu'on soit gêné par les constructions et les murs des maisons et jardins.

Sur le chemin montant à l'église se voient des calcaires marneux avec rares *Toxaster*, qui nous paraissent représenter les

calcaires 2 de la carrière de la gare. Ils appartiennent incontestablement à l'Hauterivien.

A ces calcaires succèdent, immédiatement sous l'église, des bancs bien lités, passant à leur partie supérieure à des calcaires à silex. Ces couches sont peu visibles de près mais peuvent s'observer de loin sur le chemin qui contourne la base du rocher sur lequel est bâtie la ville.

Enfin vers l'extrémité nord du rocher et formant la pointe extrême de la ville viennent des couches de calcaire récifal, identiques à ceux de la carrière du pont, bien qu'un peu plus compacts et moins fossilifères. Au delà les assises disparaissent sous les alluvions de l'Escoutaye.

Les bancs à Rudistes, sûrement postérieurs à l'Hauterivien supérieur, nous semblent donc aussi avoir leur limite inférieure assez bas dans le Barrémien, bien que la masse puissante des calcaires à silex puisse représenter une partie de ce dernier étage.

Les assises qui surmontent immédiatement les masses urgoniennes sont également fort difficiles à repérer par suite de dislocations locales.

Le seul point où l'observation soit possible se trouve à l'Ouest de Viviers, dans les collines qui dominent l'Escoutaye près du village de Beyne.

Là, l'Urgonien est surmonté par des bancs de calcaire compact à pâte plus fine que les bancs à Rudistes, mais comme eux de teinte claire et un peu cristalline. Ces bancs qui renferment en abondance *O. aquila* de grande taille sont directement recouverts par les grès à *Discoïdea decorata* (Aptien supérieur). Nous considérons ces couches à *O. aquila* comme appartenant au Bédoulien (Aptien inférieur) et les marnes gargasiennes manqueraient aussi sur ce point.

Plus près de Viviers, à la bifurcation de la route de Saint-Thomé et de celle du Teil, se trouve une grande carrière exploitée pour l'empierrement de la route où l'on trouve de nombreux *Rudistes*. Ces calcaires sont surmontés par des marnes noirâtres de l'Aptien. Malheureusement ici le contact est difficile à observer. Mais on peut néanmoins affirmer avec certitude qu'il n'existe aucun banc calcaire superposé à l'Urgonien. Les couches marneuses correspondraient à la partie moyenne de l'Aptien et reposent sur l'Urgonien par un contact anormal.

Des difficultés analogues s'opposent partout dans les environs de Viviers à l'observation directe des contacts supérieurs de la masse urgonienne et rendent la question à peu près insoluble dans l'état actuel de nos connaissances.

Plus au Sud, à partir de Viviers, dans l'Ardèche et dans le Gard, les calcaires urgoniens sont toujours surmontés par des calcaires marno-gréseux de teinte verdâtre renfermant de nombreuses *Ostrea aquila* et *Toxaster Collegnoi*. Quelques Céphalopodes de grande taille les accompagnent ordinairement tels que : *Acanthoceras Albrechti-Austriæ*, *Douvilleiceras Hambronii*, etc.

Ce faciès s'observe à Bourg-Saint-Andéol et à Laval-Saint-Roman dans l'Ardèche, aux environs de Goudargues et de Serviers dans le Gard. Partout où le contact est visible, ces dernières couches sont très facilement reconnaissables et presque toujours fossilifères.

Bien que la faune de Céphalopodes ne soit pas absolument identique à celle de la Bedoule, nous inclinons assez volontiers à considérer ces couches comme l'équivalent *néritique* de la partie inférieure de l'Aptien, tandis que les calcaires de la Bedoule et de la Farge en représenteraient le faciès *bathyal*.

Si l'on admet cette hypothèse, il faudrait en conclure, ainsi que nous l'avons déjà dit antérieurement, que la majeure partie de l'Urgonien du Gard et de l'Ardèche correspond au Barrémien supérieur, tandis que le Bédoulien ne concourrait que pour une très faible part à sa formation.

Pendant l'après-midi du 25 septembre, les excursionnistes se sont rendus à Saint-Thomé.

Grâce aux basses-eaux de la rivière de l'Escoutaye, nous avons pu observer l'extrême base du Barrémien qui, jusqu'à ce jour, nous avait échappé.

Nous avons retrouvé en ce point la couche glauconieuse signalée sur un autre point voisin par V. Paquier et qui renferme ici *Parahoplites crioceroïdes* et *Par. angulicostatus*. Elle ne saurait donc être parallélisée comme le voulait V. Paquier avec la couche glauconieuse de Cobonne qui contient *Pulchellia pulchella*, *Cleoniceras Suessi*, des *Holcodiscus*, etc., et qui appartient au Barrémien inférieur le plus typique (niveau de Combe-Petite).

Au-dessus, les calcaires marneux du Barrémien inférieur ont fourni de nombreux *Holcodiscus fallax* et *Pulchellia compressissima*.

Quelques bancs marneux intercalés dans ces calcaires ont donné une faunule pyriteuse contenant :

Pulchellia Sauvageaui COQUAND.; *Heinzia* cf. *Caicedi* KARST.; *Holcodiscus Gastaldii*, *Holc.* cf. *metamorphicus* COQUAND.

Le Barrémien supérieur est composé de calcaires blancs très compacts qui ne renferment sur ce point que quelques débris d'*Heteroceras Giraudi* KIL.

Les excursionnistes sont ensuite rentrés à Montélimar par la route du Teil.

Grâce à l'autorisation qu'ont bien voulu nous accorder MM. les Directeurs, les membres de la Société ont pu pénétrer dans les immenses carrières de la Farge qui fournissent les ciments et les chaux si estimés et exportés dans le monde entier sous le nom de chaux et ciments de la Farge ou du Teil.

Ces carrières, qui entaillent les collines dominant le Rhône entre le Teil et Viviers sur une longueur de plusieurs kilomètres, sont formées d'un calcaire compact de teinte claire en gros bancs bleus à l'intérieur, plus jaunâtres en surface. On exploite les calcaires par tranches verticales donnant par leur mélange la teneur d'argile et de silice convenable pour la préparation des diverses sortes de chaux et de ciments.

Les fossiles sont peu abondants dans ces assises et ce n'est que grâce aux exploitations que l'on a pu recueillir un certain nombre de types caractéristiques. Les premières déterminations en ont été faites par M. Henri Douvillé qui a reconnu l'équivalence des calcaires de la Farge avec ceux de la base de l'Aptien, exploités aussi à la Bedoule pour la fabrication de la chaux.

Nous avons pu reconnaître parmi les échantillons conservés à l'usine les espèces suivantes : *Nautilus Requieri* très fréquent, *Costidiscus recticostatus* D'ORB., *Ancyloceras Matheroni*, *Ancyloceras* n. sp., *Douvilleiceras* aff. *Stobieschii*.

Cette faune, comme on le voit, est bien caractéristique du faciès bathyal de l'étage bédoulien.

Nous répéterons une fois de plus ici que le contact n'est pas visible avec l'Urgonien et que les assises qui se superposent aux calcaires de la Farge sont les marnes bleues à fossiles gargasiens de la Violette, entre la Farge et le Teil.

Le retour sur Montélimar s'est effectué en autobus à partir du Teil.

Excursion du 26 Septembre à Vogüé et aux gorges de l'Ardèche.

PLANCHE XX, fig. 3.

Les excursionnistes sont partis de Montélimar en autobus pour le Teil, d'où l'on a pris la ligne d'Alais pour Vogüé. A Vogüé on s'est immédiatement rendu au gisement tithonique.

En sortant de la gare, après avoir traversé le pont sur l'Auxon, affluent de l'Ardèche, on s'est dirigé vers le N.E. par la route qui longe cette rivière. A environ un kilomètre à proximité d'un pont au-dessus de la voie du chemin de fer du Teil, sur la

gauche du chemin, affleure le Tithonique supérieur formé de calcaires gris-clair très fins et très cassants avec quelques petites intercalations bréchoïdes dans lesquels on a recueilli de très beaux spécimens des espèces suivantes :

<i>Duvalia</i> sp.	<i>Hoplites Oppeli</i> KILIAN.
<i>Phylloceras semisulcatum</i> = (<i>ptychoicum</i>).	— <i>Boissieri</i> PICTET.
<i>P. Calypso</i> D'ORB. (<i>silesiacum</i>).	— <i>Malbosi</i> PICT.
<i>Lytoceras municipale</i> OP. (= <i>Honorati</i> D'ORB.)	— <i>privasensis</i> PICT.
<i>L. Liebigi</i> OP.	— sp.
<i>L. sutile</i> OP.	<i>Pygope janitor</i> PICT.
<i>Lissoceras Grasi</i> D'ORB.	<i>Placunopsis</i> sp.
<i>Hoplites Calisto</i> D'ORB.	<i>Terebratula gratianopolitana</i> .
	<i>Rhynchonella Hoeneggeri</i> SUESS.

Les échantillons se trouvent principalement dans les murs en pierre sèche qui avoisinent le chemin.

Le Berriasien se voit avec son faciès typique de calcaires clairs, à peu de distance, en se dirigeant vers le passage à niveau du chemin de fer et dans le lit de la rivière. Il est ici peu fossilifère, on y a pourtant recueilli *Spiticeras* cf. *Negrelli*.

Les excursionnistes sont ensuite rentrés à Ruoms en voiture, en prenant la route qui passe par Saint-Maurice-d'Ardèche et Pradons. Cette route, qui ne quitte guère le Valanginien, domine le cours de l'Ardèche que l'on peut apercevoir de distance en distance par des échappées montrant en même temps les masses calcaires ruiniformes encaissant la rivière et dont l'aspect déchiqueté et dénudé est si particulier aux *gras* de l'Ardèche.

Quelques rares villages aux silhouettes pittoresques, à la coloration grise très uniforme, se confondent avec les masses calcaires sur lesquelles ils sont bâtis.

A Ruoms, après un excellent déjeuner, on a repris les voitures et on s'est rendu directement dans la gorge jurassique de l'Ardèche par la route d'Uzer. Après le pont la route s'engage dans un véritable cañon de calcaires compacts, peu fossilifères à la base, mais qui, dans la partie moyenne, ont fourni quelques *Oppelia pseudoflexuosa* FAVRE, *Perisphinctes Eumelus* D'ORB. Ils représentent le Kimméridgien supérieur. Sur l'autre rive de l'Ardèche on distingue les bancs minces de la zone à *Streblites tenuilobatus* OPP.

Au retour, les membres de la Société se sont arrêtés dans les bancs durs du Tithonique inférieur, exploités dans plusieurs carrières et qui n'ont donné que de rares fragments de *Belemnites* et d'*Aptychus*.

On a ensuite pris la route de Vallon en repassant par le village de Ruoms jusqu'au confluent de l'Ardèche et du Chasserac. Ce point, d'où l'on a une très belle vue d'ensemble de la région (voir pl. XX, fig. 3) montre le contraste entre les plateaux faiblement inclinés vers l'Est formant la plaine de Berrias sur laquelle se trouvent les gisements classiques de la base du Valanginien et que le manque de temps ne nous a pas permis de visiter, et les massifs compacts de l'Hauterivien à faciès cévenol. Un peu plus à l'Est, vers Vallon commence le cañon urgonien de la basse vallée de l'Ardèche. C'est au début de ce cañon que se trouve le célèbre Pont d'Arc formé d'une arche de calcaire urgonien enjambant la rivière.

L'Hauterivien s'étudie facilement sur les pentes qui dominent la route de Ruoms à Vallon. Il repose sur le Valanginien peu fossilifère dans cette région ; il est formé de marnes bleues devenant calcaires vers la partie supérieure de l'étage. Ces derniers bancs renferment de grands *Crioceras*.

Au-dessus l'Hauterivien débute par des calcaires durs gris-foncé où l'on trouve en assez grande abondance *Saynella clypeiformis* D'ORB., espèce dont la constance à ce niveau est remarquable dans tout le Languedoc. Ces bancs sont peu épais et sont visibles un peu en arrière de la route.

Plus haut vient une série de calcaires marneux en assises épaisses et bien litées, de teinte foncée et assez résistantes. Ces bancs renferment avec une certaine abondance au-dessus de la route et dans les ravins latéraux d'assez nombreux fossiles généralement de grande taille et parmi lesquels nous avons pu reconnaître :

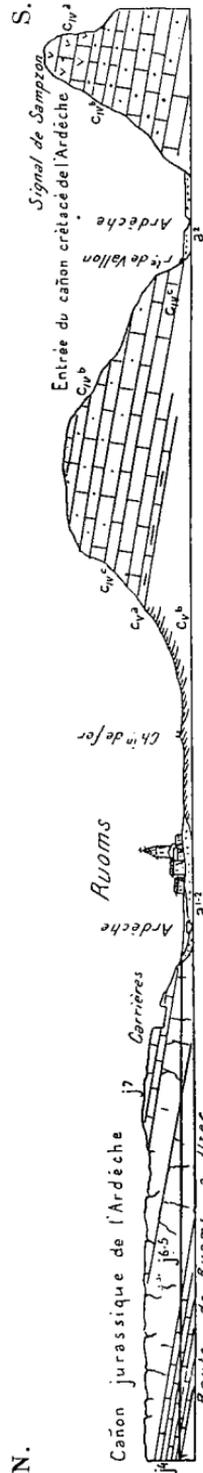


FIG. 6. — Coupe des environs de Ruoms. — Éch. long. 1/40 000 env.

a¹⁻⁴, Alluvions anciennes; c¹⁻⁴, Hauterivien; c⁵⁻⁷, Valanginien; j¹⁻⁵, Tithonique; j, Kiméridgien; j, Séquanien.

Nautilus sp.

Hoplites Frantzi KILIAN.

— *radiatus* D'ORB.

— *heliacus* D'ORB.

Phylloceras infundibulum D'ORB.

Puzosia ligata D'ORB.

Crioceras cf. *Duvali*.

Holcostephanus Astieri D'ORB.

Toxaster complanatus AG.

Ostrea Couloni D'ORB.

Ces calcaires représentent donc la partie moyenne de l'Haute-rivien et sont les équivalents exacts des calcaires marneux qui, à Livron, supportent la zone à *Parahoplites cruasensis*. Cette dernière espèce abonde d'ailleurs non loin de là et exactement dans la même position sur les collines qui entourent Vallon et surtout dans les environs de Villeneuve-de-Berg.

Quant à la zone à *Streblites Sayni* elle n'est pas nettement caractérisée.

Excursion du 27 Septembre à Brouzet et à Saint-Just.

PLANCHES XX, fig. 1 et XXI

Le départ d'Alais en voiture a eu lieu, suivant le programme, à 7 heures du matin par la route de Brouzet.

Après avoir quitté la vallée du Gardon et dépassé la ville d'Alais, la route traverse l'ensemble des grès et conglomérats qui terminent la série tertiaire en ce point et que l'on peut classer dans l'étage stampien. Cette formation torrentielle dans laquelle alternent les bancs gréseux assez fins et les bancs de poudingues est très rarement fossilifère ; on a néanmoins recueilli autrefois dans une carrière située montée de Silhol, aujourd'hui abandonnée, quelques débris de végétaux. E. Dumas cite de cette localité *Sabal Hœringiana* UNG. (= *Chamærops Dumasi* D'HOMBRES-FIRMAS). Cette partie de la route n'offrant pas d'intérêt les membres de la Société ont passé sans s'arrêter et ont fait halte seulement au pont d'Avène, point où la route recoupe un puissant relief formé de conglomérats à élément extrêmement volumineux (voir pl. XX, fig. 1 et 2).

M. Roman fait constater que ce relief appartient bien à la série tertiaire, contrairement aux indications de la Carte géologique qui indique en ce point un affleurement urgonien. La grosseur des blocs qui composent ce conglomérat, dont la dimension atteint parfois le volume d'une maison, indique une sédimentation torrentielle extrêmement rapide correspondant à la partie inférieure et moyenne de l'étage stampien.

Les blocs sont pour la plupart empruntés aux massifs urgoniens voisins, ce qui explique aisément l'erreur d'Émilien Dumas et qui depuis a été reproduite sur la Carte à 1/80000.

Marcel Bertrand¹ a cherché à expliquer le développement de ces amas de blocs par l'existence d'une nappe charriée post-oligocène « nappe d'Urgonien renversée ou non, lame de charriage ou lambeau de poussée » étendue sur les cailloutis et les grès du bassin oligocène. Cette nappe démantelée aurait laissé reparaitre les sédiments oligocènes dans les points où elle aurait été enlevée par l'érosion. Cette hypothèse ne peut se soutenir, lorsqu'on examine de près ces masses, et que l'on constate qu'elles passent en beaucoup de points à des conglomérats moins volumineux et que ces conglomérats alternent très fréquemment avec des couches gréseuses plus fines. Au pont d'Avène, en particulier, on peut très facilement constater ces superpositions. Il est aussi à remarquer que ces masses de conglomérats forment des alignements de collines orientées suivant la direction de la stratification du bassin tertiaire.

L'âge des conglomérats de la partie terminale du bassin d'Alais est d'ailleurs indiqué par leur subordination à des bancs calcaires renfermant des débris de Rhinocéros à Auzon, près des Fumades. Des fouilles exécutées par l'Université de Lyon en ce point ont mis à jour un crâne en mauvais état, dont on a pu cependant conserver la dentition complète. Cette pièce se rapporte à l'*Acerotherium minutum* CUVIER du Stampien supérieur².

Pareille découverte a été faite au château d'Avène au Sud d'Alais, au même niveau; il est assez probable que c'est encore à la même espèce que l'on doit rapporter le Rhinocéros découvert à Salindres et cité à diverses reprises.

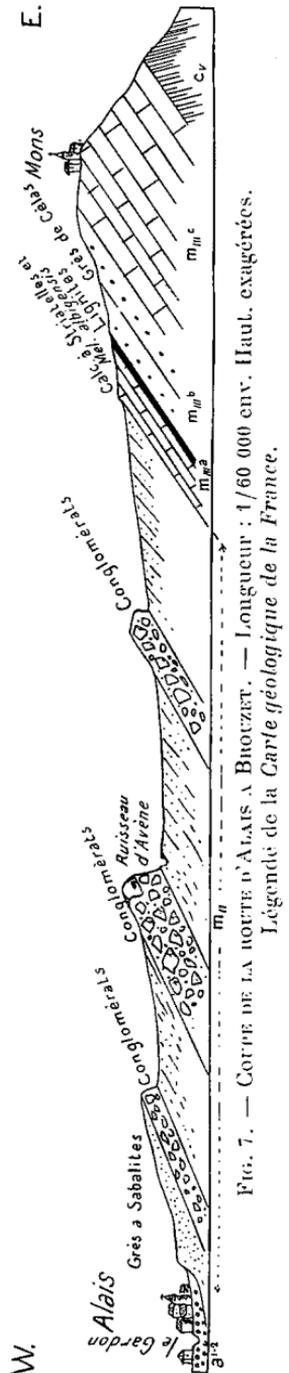


FIG. 7. — Coupe de la partie N. du Bassin d'Alais. — Longueur : 1/60 000 env. Haul. exagérées. Légende de la Carte géologique de la France.

1. Marcel BERTRAND. Le bassin houiller du Gard. *Annales des Mines* (9^e), XVII, 1900.
 2. Cette pièce est décrite et figurée dans un travail récent : F. ROMAN. Les Rhinocéridés de l'Oligocène d'Europe. *Arch. Mus. d'Hist. nat. de Lyon*, t. XI, p. 26, pl. vi, fig. 3 et 3a.

La Société est ensuite remontée en voiture et ne s'est arrêtée que dans la cluse de Brouzet, aux Augustines, où sont ouvertes des carrières dans les calcaires urgoniens.

M. S^{ayn} montre ensuite la coupe très complète de la partie inférieure du Crétacé entre les Augustines¹ et Saint-Just (voir pl. XXI, fig. 1). Cette coupe comprend les termes suivants :

Le Barrémien supérieur, affectant le faciès urgonien, forme une masse très uniforme de calcaires crayeux entremêlés de bancs plus durs, parfois un peu oolithiques, qui sont exploités activement. Ils renferment à la base d'assez nombreux échantillons de *Nerinea gigantea* et un peu plus haut une riche faune de Rudistes et de Gastéropodes.

Le gisement de Brouzet offre de plus un intérêt paléontologique de premier ordre, qui en fait l'équivalent, au point de vue de la richesse de la faune et de la magnifique conservation des spécimens, du classique gisement d'Orgon (Bouches-du-Rhône).

Les Gastéropodes et une partie seulement des Lamellibranches, ont été jusqu'ici étudiés en détail, et M. Cossmann a pu identifier 42 espèces dont 28 étaient nouvelles lors de l'apparition de son mémoire.

Les Rudistes qui devaient faire l'objet d'une monographie de V. Paquier, n'ont pas été publiés, en sorte que la liste suivante présente certainement quelques lacunes dans ce dernier groupe. Je crois néanmoins utile, pour donner une idée un peu complète de cette faune si riche, d'énumérer tout ce qui est actuellement connu.

<i>Tornatina Jaccardi</i> PICT. et CAMP.	<i>Vanikoropsis exerta</i> COSSM.
<i>Pseudonerinea gardonensis</i> COSSMANN.	<i>Neritopsis spiralicrenata</i> COSSM.
<i>Campichia truncata</i> PICT. et CAMP.	<i>Nerita Capduri</i> COSSM.
<i>Phaneroptyxis Pellati</i> COSSM.	-- <i>mammæformis</i> RENAUX.
<i>Nerinea gigantea</i> D'HOMBRE-FIRMAS.	<i>Neritodomus dolichostoma</i> COSSM.
-- <i>Vogtiana</i> DE MORTILLET.	<i>Turbo heptagoniatius</i> COSSM.
-- <i>Coquandiana</i> D'ORB.	<i>Calliomphalus Pellati</i> COSSM.
-- <i>Renauziana</i> D'ORB.	<i>Rothpletzella barremica</i> COSSM.
-- <i>micromorpha</i> COSSM.	<i>Ataphrus graniformis</i> COSSM.
<i>Chenopus tuberosus</i> COSSM.	<i>Venus vendoperana</i> LEYM.
<i>Diatinostoma Pellati</i> COSSM.	<i>Cyprina brouzetensis</i> COSSM.
<i>Microrhiza Pellati</i> COSSM.	<i>Cardium brouzetense</i> COSSM.
<i>Pseudomelania Capduri</i> COSSM.	-- <i>microphlictis</i> COSSM.
-- <i>Allardi</i> COSSM.	<i>Corbis Capduri</i> COSSM.
<i>Nummocalar</i> cf. <i>pustulosus</i> COSSM.	-- <i>axinæformis</i> COSSM.
	<i>Cyclopellatia acrodonta</i> COSSM.

1. Je maintiens ici ce nom des *Augustines* que l'on trouve sur la Carte d'État Major bien que cette orthographe soit erronée; le nom véritable serait les *Angoustrines*, employé au Moyen-Age, correspondant au mot latin *Angustine*, les défilés.

Cardita Capduri COSSM.
Parallelodon gardonense COSSM.
Mytilus Pellati COSSM.
Perna Allardi COSSM.
Pecten Deshayesianus MATHERON.
 — *atavus* ROEMER.
Chlamys urgonensis DE LORIOI.
 — cf. *Lardyi* PICT. et CAMP.

Lima cf. *vigneulensis* COSSM.
Hinnites urgonensis PICT. et CAMP.
Ostrea urgonensis D'ORB.
Requienia ammonia MATH.
 — *Pellati* PAQUIER.
Toucasia carinata MATH.
Monopleura varians MATH.
Agria Blumenbachi STUDER.

On trouve aussi quelques Polypiers, mais ils sont rares ; il ne paraît donc pas y avoir eu en, ce point, de récif proprement dit.

En descendant des carrières on pénètre dans la gorge des Augustines et on ne tarde pas à observer le contact des calcaires à faciès urgonien avec leur substratum formé vers le hameau des Augustines par des couches marno-calcaires à *Toxaster retusus*.

Cette assise surmonte des marnes grises riches en *Toxaster* et *O. Couloni* var. et qui renferment :

Phylloceras Thetys D'ORB.
Pulchellia Saunieri TORCAPEL.
Holcodiscus Caillaudi D'ORB.
 — *Perezi* D'ORB.
 — cf. *rarecostatus* KARAK.
Holcodiscus nodosus KARAK.
 — *zigzag* KARAK.
 — *Nicklesi* KAR. (= *diversecostatus* NICKL. non COQUAND).
 — aff. *Van den Hecke*, D'ORB.
 Ainsi que *Terebratula selli* et *Rhynchonella lata*.

Ces marnes reposent sur des calcaires compacts entremêlés de bancs spathiques qui ont par place l'aspect des calcaires urgoniens. Près du Pont de Justice ils renferment de très grands *Crioceras* et *Parahoplites* cf. *crioceroïdes* TORCAPEL, caractéristiques de la zone à *Par. angulicostatus*.

En suivant la route on rencontre des marnes et calcaires marneux à *Toxaster* et mauvais *Desmoceras* qui paraissent représenter la zone à *Strebilites Sayni*.

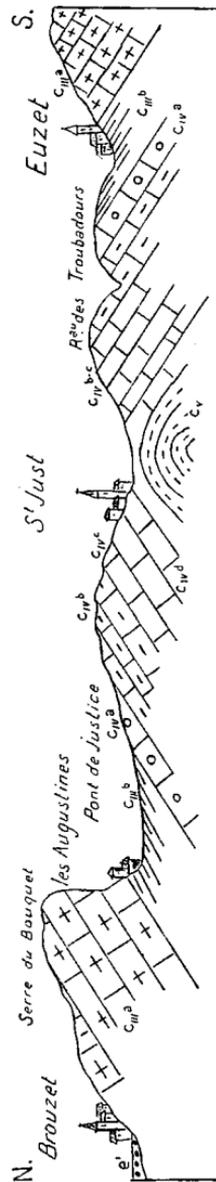


FIG. 8. — COURSE DE BROUZET A ERZET. — Long. 1/50 000 env. Haut. exagérées.
 e^{1,2}, Eocène ; e^{3,4}, Eocène ; e^{5,6,7}, Barrémien supérieur ; e^{8,9,10}, Barrémien inférieur ; e^{11,12}, Hauterivien supérieur ; e^{13,14,15}, Hauterivien inférieur ; e¹⁶, Valanginien.

Au-dessous viennent des calcaires plus compacts qui renferment *Hoplites cruasensis* TORC. et *H. salevensis* KILIAN.

L'Hauterivien moyen comprend des calcaires durs avec débris d'*Holcostephanus* et à *Hoplites castellanensis*.

Ces couches nous mènent jusqu'au village de Saint-Just où l'on s'est arrêté pour déjeuner.

Pour compléter la série du Crétacé inférieur de cette région il faudrait se reporter un peu plus à l'Ouest dans la direction de Méjannes-Mons où l'on trouve un Valanginien bien typique.

L'après-midi a été consacrée à l'étude des gisements fossilifères à Échinides des environs de Seyne, et principalement de celui du Mas de Valus. Les assises qui contiennent les Oursins sont le prolongement exact des marno-calcaires des Augustines, mais ne renferment que de rares Céphalopodes, suffisants toutefois pour indiquer très nettement que ces couches appartiennent au Barrémien inférieur. On a recueilli en ce point :

<i>Nautilus.</i>	<i>Phylloceras infundibulum</i> D'ORB.
<i>Desmoceras difficile</i> D'ORB.	<i>Ostrea Couloni</i> var. de grande taille.
— cf. <i>Charrieri</i> D'ORB.	<i>Natica allaudiensis</i> MATH.
<i>Holocodiscus</i> cf. <i>elegans</i> KAR.	

Les Brachiopodes sont particulièrement abondants et l'on peut citer :

<i>Rhynchonella lata</i> D'ORB.	<i>Terebratulula tamarindus</i> SOW.
<i>Terebratulula</i> cf. <i>pseudo-jurensis</i> LEYM.	— <i>prælonga</i> SOW.

La riche faune d'Oursins comprend les types suivants :

<i>Holcetypus macropygus</i> AG. (<i>Discoidea</i>).	<i>Holaster prestensis</i> DESOR (<i>Cardiasler</i>).
<i>Pygautus Desmoulinsi</i> AG.	<i>Toxaster Ricordeaui</i> COTTEAU.
<i>Astrolampas Romani</i> LAMBERT.	<i>Miotoxaster Collegnoi</i> SIM. (<i>Spalangus</i>).
<i>Phyllobrissus neocomiensis</i> AG. (<i>Catopygus</i>).	

L'heure avancée de l'après-midi a obligé les excursionnistes à rentrer directement à Alais où l'on a couché.

M. Depéret insiste sur la différence profonde qui existe entre la faune de la partie des calcaires urgoniens du Sud-Est de la France attribuée jusqu'à ce jour à l'Aptien et celle de l'Aptien zoogène des Corbières et des Pyrénées. Il demande à M. Sayn de bien vouloir exposer à la Société les relations de faciès entre la vallée du Rhône et la région languedocienne.

M. **Sayn** répond que la question de l'âge des calcaires urgoniens est des plus complexes, malgré les belles recherches de MM. **Kilian** et **Paquier** ; elle ne lui semble pas encore complètement résolue. Il se bornera donc aux quelques observations suivantes :

Au point de vue stratigraphique, il est incontestable que, sur de très nombreux points, les calcaires urgoniens sont recouverts par le Bédoulien le moins douteux. Il lui suffira de citer les environs de Bourg-Saint-Andéol, de Pont-Saint-Esprit et de Serviers dans le Gard, les Martigues et la Bedoule en Provence¹, les environs de Saou et de Bourdeaux dans la Drôme. Dans le midi de l'Ardèche et du Gard, le Bédoulien affecte, il est vrai, un faciès *néritique* et contient en abondance *O. aquila* et *Toxaster Collegnoi* associés à de grandes Ammonites : *Parahoplites conso-brinus* et *Douvilleiceras Albrechti-Austriæ*. A la Bedoule même les calcaires à *Requienia ammonia*, sont inférieurs non seulement aux couches à grands *Ancyloceras* du Bédoulien, mais encore à des couches plus compactes qui contiennent *Costidiscus recticostatus* et s'intercalent entre les couches à *Anc. Matheroni* et l'Urgonien.

Il en est de même dans les environs de Saou et de Bourdeaux où les calcaires à faciès *bathyal* qui surmontent les couches urgoniennes contiennent avec les *Douvilleiceras* caractéristiques de l'étage : *Costidiscus recticostatus* et même *Macroscaphites Yvani*.

Au point de vue paléontologique, V. Paquier avait pensé que les Caprininés étaient confinés dans les couches supérieures de l'Urgonien et les avait considérés comme bédouliens ; mais d'une part les Caprininés ne sont pas exclusivement cantonnés dans la partie supérieure de la masse urgonienne puisque j'en ai recueilli à Barcelonne (Drôme) avec *Heteroceras Astieri* et d'autre part on n'a pas, à ma connaissance, recueilli dans les couches à Rudistes dites bédouliennes les espèces caractéristiques des couches à Rudistes de la Clappe ; ces dernières sont incontestablement bédouliennes, comme l'a bien montré M. Doncieux². Jamais jusqu'à ce jour on n'a rencontré ni *Horiopleura Lamberti*,

1. HÉBERT. Le Néocomien inférieur dans le Midi de la France. *B. S. G. F.*, (2) XXVIII, 1871.

TOUCAS. Note sur la succession des zones du terrain crétaé au Beausset. *B. S. G. F.*, (3), XIX, 1891.

M. BERTRAND. Compte rendu de l'excursion à la Ciotat et Bandol. *B. S. G. F.* (3), XIX, 1891.

2. DONCIEUX. Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales. *Ann. Univ. de Lyon*, 1903.

ni *Polyconites Verneuli* dans les gisements urgoniens du Gard ou de l'Ardèche, ou de la région delphino-provençale, qui sont cependant à peu de distance de la Clappe et des Corbières.

Cependant V. Paquier a signalé dans les couches terminales de l'Urgonien du Fa (Isère) associée à des débris d'Ammonites à faciès bédoulien¹, une grande variété comprimée de *Toucasia carinata* qui se trouve dans les couches à *Horiopleura* des environs de Barcelone (Espagne).

Cette absence dans la plus grande partie de la région delphino-provençale des Rudistes de la faune de la Clappe à *Horiopleura Lamberti* est un fait important dont on n'a peut-être pas tenu suffisamment compte jusqu'ici.

La faune de l'Urgonien delphino-provençal est assez uniforme et dans l'état actuel il serait difficile, je crois, de distinguer paléontologiquement plusieurs niveaux dans l'Urgonien. Tout au plus pourrait-on dire que les *Agria* sont abondantes à la base et les *Offneria* au sommet de la formation.

Je considère donc que, certaines régions mises à part (Ventoux, Montagne de Lure), l'Urgonien peut être considéré comme représentant le Barrémien supérieur et parfois tout ou partie du Barrémien inférieur.

Ce n'est que sur des points restreints que sa partie supérieure peut appartenir au Bédoulien².

M. P. Lory présente quelques observations sur le parallélisme entre les assises infracrétacées des régions rhodaniennes et subalpines. Il admet d'autant plus volontiers l'âge barrémien de la plus grande partie des calcaires urgoniens que ses observations dans le Bochaine et le Dévoluy ont fourni les premiers arguments les plus probants en faveur de cet âge (*B. S. G. F.* (3), XXVI). Mais dans la région subalpine au moins aucun fait

1. PAQUIER. Rech. géol. dans le Diois, etc., p. 218.

2. Dans la région que nous venons d'étudier on peut observer de la façon la plus nette le passage du Barrémien supérieur à l'Urgonien.

Si l'on suit les couches du Barrémien supérieur de Cobonne (calcaires à *Costidiscus recticostatus* et marnes à *Heteroceras*) on les voit remplacées, à 15 km. environ vers le Nord, sur les crêtes de la montagne de Raye, par des calcaires compacts de couleur claire entremêlés de couches de calcaires cristallins et contenant *Parahoplites* cf. *Feraudi*, *Desmoceras difficile*, *Heteroceras Astieri* associés à de nombreux Bivalves et à des *Toxaster*. Un peu plus loin ces calcaires compacts sont remplacés par les couches purement récifales de Barcelonne où j'ai recueilli avec *Heteroceras* cf. *Astieri* de nombreux Gastéropodes de Brouzet.

Les calcaires à *Par.* cf. *Feraudi* de la crête de Raye sont immédiatement recouverts par 1 ou 2 m. d'un calcaire brunâtre, pétri d'*Ostrea aquila*, qui est le prolongement incontestable des calcaires de faciès identique de Cobonne (fig. 4, c₁₁).

stratigraphique ne lui paraît contredire la conclusion de V. Paquier, que la partie supérieure de la formation est d'âge bédoulien.

Quant à l'apparition du faciès, elle se place pendant le Barrémien inférieur en Bochaine comme près d'Alais. Dans la Chartreuse et le Vercors l'âge des marno-calcaires à *Toxaster complanatus* sur lesquels repose l'Urgonien, est malheureusement encore un peu imprécis. Si l'on y a cité *Parahoplites cruasensis*, la présence de *Desmoceras Sayni* à l'Ermitage (Paquier et Lory) implique qu'ils occupent ici le sommet seulement de l'Hauterivien; *P. cruasensis*, dont M. Sayn a nettement établi l'âge hauterivien, a probablement persisté jusqu'à la fin de l'étage dans le faciès à Spatangues subalpin.

M. Lory est d'accord avec M. Sayn pour considérer les Polypiers comme ayant pris en quelques points (au Néron nord et au Col Vert comme à Saint-Montant) une part très importante à la formation du calcaire urgonien.

M. L. Joleaud fait remarquer qu'au contraire, en Algérie, le Bédoulien à Céphalopodes ne semble pas exister au-dessus des calcaires à Rudistes.

Des calcaires à *Polyconites Verneuli* du Sidi Rheiss reposent sur les marnes qui lui ont récemment fourni *Hoplites Deshayesi* (Bédoulien) tandis qu'ils sont surmontés directement par d'autres marnes où M. Blayac a trouvé *Oppelia nisis*, *Parahoplites gargasensis*, etc. (Gargasien).

Séance du 28 Septembre à Nîmes.

La séance s'est ouverte à 9 heures dans le local de la Société d'Études des Sciences naturelles sous la présidence de M. Sayn.

M. G. Sayn invite M. F. Mazauric, président de la Société des Sciences naturelles de Nîmes, M. G. Mingaud, secrétaire, et M. Marcelin, bibliothécaire, à prendre place au bureau. Il exprime la reconnaissance de la Société pour l'hospitalité qu'ils ont bien voulu accorder à la Réunion extraordinaire à l'occasion de sa séance de clôture.

M. Mazauric souhaite la bienvenue aux membres éminents de la Société géologique de France et exprime tout le plaisir que la Société d'Études des Sciences naturelles éprouve à leur offrir l'hospitalité dans son modeste local. Il assure les congressistes que leurs travaux seront suivis avec la plus grande attention par tous membres de la société nîmoise qui ne manqueront point d'y puiser un précieux encouragement pour l'avenir.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. Roman, avant de commencer l'exposé des dernières excursions faites par la Société, remercie les naturalistes nîmois de leur accueil. Il se fait l'interprète de tous ceux qui ont assisté à la Réunion en remerciant M. le Président de la Société des Sciences naturelles et en le priant de transmettre à ses collègues les sentiments de gratitude de la Société géologique.

Puisque l'occasion s'en présente, M. Roman est heureux de rappeler le rôle important de la Société des Sciences naturelles de Nîmes dans tout le Bas-Languedoc.

Si la Zoologie et la Botanique tiennent une grande place dans ses travaux, la Géologie n'est pas non plus oubliée, et c'est à ce titre que nous sommes heureux d'applaudir aux efforts faits pour donner à cette science une place considérable, et l'on peut dire hardiment qu'il n'est pas une des observations importantes faites dans le Gard qui n'ait eu son écho dans son Bulletin.

A ce propos, il est intéressant de constater aussi les étroits rapports qui unissent la Société au Muséum des Sciences naturelles dont elle est en quelque sorte l'organe.

Chaque année, un compte rendu des nouvelles acquisitions, publié dans ce Bulletin, permet de se faire une idée des matériaux que les savants peuvent rencontrer dans les vitrines du Muséum ; cela est d'autant plus précieux que le Musée de Nîmes est avant tout un musée régional.

Dire que l'on trouve représentée dans les collections d'un Muséum, une fidèle image des productions de la contrée, est, je crois, le plus bel éloge que l'on puisse adresser à un musée de province. Car, si les collections générales rendent les plus grands services et sont même indispensables dans de très grands centres, combien sont plus intéressants et plus utiles les musées locaux quand on veut se livrer à l'étude d'une région donnée.

C'est ainsi que l'ont compris et réalisé M. Stanislas Clément, créateur-fondateur du Muséum de Nîmes, et M. Galien Mingaud, conservateur actuel, en accordant une place prépondérante à l'histoire naturelle de leur pays.

La région nîmoise offre, d'ailleurs, de nombreuses ressources à qui sait en faire usage. Les collectionneurs et les chercheurs sont fréquents, et cela dans toutes les branches des Sciences naturelles.

M. Roman signale enfin les collections de Géologie qui intéressent plus directement la Société. Plusieurs d'entre elles font partie du Muséum de Nîmes, grâce à des dons généreux.

Il cite en première ligne celle d'EMILIEN DUMAS, le maître incontesté de la géologie du Gard, dont on connaît l'œuvre importante et sur laquelle il est inutile d'insister. Cette collection comprend, outre les matériaux qui ont servi à la « Description géologique du Gard » et à la « Carte du département », une partie générale importante.

A côté de cette série de tout premier ordre, on trouve encore au Musée de Nîmes la collection recueillie autrefois aux environs d'Anduze par MELVIL ROUX, moins considérable, mais qui a néanmoins son intérêt.

TORCAPEL a donné de nombreux échantillons du Crétacé de la région, qui permettent de se faire une idée plus nette de plusieurs espèces spéciales décrites par ce géologue. Et nous faisons des vœux, à ce propos, pour que la collection Torcapel vienne rejoindre un jour, ainsi qu'il en a été question, la collection d'E. Dumas et compléter ainsi la géologie régionale du Gard.

Il serait encore à désirer de voir la collection JEANJEAN, de Saint-Hippolyte-du-Fort, qui renferme des matériaux de premier ordre pour l'étude de la bordure cévennique, se joindre à toutes ces riches acquisitions.

M. Roman s'aperçoit qu'en citant ces noms, il a indiqué presque en entier l'histoire géologique de la région, car il est à remarquer que le Languedoc a été presque uniquement étudié par des géologues locaux.

Et actuellement encore, la Société géologique s'honore de compter parmi ses membres, à Nîmes, M. G. FABRE, dont nous déplorons aujourd'hui l'absence, et dont les travaux sur les Cévennes et le Bassin tertiaire d'Alais sont présents à toutes les mémoires, et M. CARRIÈRE dont le nom se lie à l'une des découvertes les plus sensationnelles de la région.

Mais le Languedoc compte aussi de nombreux géologues d'adoption : FONTANNES, à qui revient l'honneur de la description détaillée du complexe lacustre d'Emilien Dumas et M. le professeur DEPÉRET, dont les magistrales études sont venues préciser les points douteux et permettre la synthèse de la région languedocienne.

M. Roman rend ensuite compte de l'excursion d'Alais à Euzet et retour par Saint-Césaire-de-Gauzignan puis ensuite de celle à Saint-Mamert et autour de Nîmes.

Excursion du 28 Septembre dans le bassin d'Alais.

La Société quitte Alais en voiture à 7 heures du matin par la route d'Uzès. En sortant de la ville, on recoupe une série de grès et de conglomérats alternant avec des assises marneuses correspondant au Stampien. Ce complexe très ingrat n'a encore jamais donné de faune, en sorte que c'est seulement par sa position stratigraphique, sous les assises à *Acerotherium minutum*, que l'on peut en déterminer l'âge. C'est dans cet ensemble que se trouvent intercalés les puissants conglomérats étudiés la veille près du ruisseau d'Avène sur la route de Brouzet. Rappelons toutefois en passant, que c'est à ce niveau que se placent les grès de la montée de Silhol où d'Hombres-Firmas a recueilli

de grandes empreintes d'un Palmier décrit sous le nom de *Chamæcerops Dumasi* et rapporté par E. Dumas au genre *Sabal* (*Sabal Hæringiana* UNG.).

Cette partie supérieure du bassin d'Alais est très bien cultivée, en sorte que lesaffleurements y sont rares et peu distincts.

Ce n'est qu'à partir du ruisseau de Droude, près de Méjannes, que la Société a mis pied à terre pour étudier la succession ininterrompue et partout fossilifère du bassin tertiaire d'Alais.

La route suivie traverse tout le flanc ouest du synclinal, en atteint l'axe près de Monteils, puis recoupe le jambage est en descendant vers Euzet. On peut donc ainsi observer la série complète du bassin d'Alais sans quitter la route et en commençant par la partie supérieure.

Immédiatement au-dessous des conglomérats stampiens il existe une assise marno-calcaire en plaquettes, peu visibles en ce point, mais qui, dans le reste du bassin, renferment *Sphærium Berterauæ* FONT., *Cyrena semistriata* DESH., *Cyrena johannisensis* FONT. Puis viennent quelques bancs de grès correspondant aux grès de Célas.

Au-dessous commence une puissante série de calcaire blanc marneux en plaquettes assez épaisses, où les membres de la Société ont pu récolter en abondance dans les carrières du bord de la route :

Cyrena aff. *Dumasi* DE SERRES, *Cyrena retracta* FONT., *Cyrena strongila* FONT., ainsi que de nombreuses *Jacquotia*, *Neritina*, *Melanopsis*, *Limnea* du groupe *longiscata*, etc.

En remontant dans la direction de Méjannes, on aurait pu rencontrer des bancs légèrement inférieurs renfermant *Melanoïdes albigensis* NOUL.

Ce dernier horizon, très constant dans tout le bassin d'Alais, est presque partout fossilifère, mais dans la plupart des localités on ne rencontre que les moules internes des formes caractéristiques. On verra plus loin que quelques localités privilégiées dont la faune est décrite plus loin sont au contraire remarquables par l'état de conservation des fossiles.

L'horizon à *Melanoïdes albigensis* est de plus, daté par une faune de Mammifères peu abondante, mais très typique, dont les principaux spécimens ont été rencontrés dans les lignites qui accompagnent cette formation à Célas. On a déjà donné plusieurs fois la liste de cette faune de Célas¹ mais je crois

1. STEHLIN. Saugetièrè Schweitzerischen Eocaen.

ROMAN. Mammifères oligocènes du Château de Castelnau-Valence. *Bull. Soc. Et. Sc. nat.* Nîmes, 1910.

utile de la reproduire ici pour établir bien nettement l'âge des assises à *Melanoïdes*.

Anoplotherium commune OW. Célas, Vermeils près Ribaute, Saint-Jean-de-Marvejols, Avejan, Barjac, Castelnaud, Valence.

Palæotherium Mühlbergi STEHLIN. Célas, Saint-Jean-de-Marvejols, Barjac, Vermeils, Castelnaud-Valence.

Plagiolophus minor CUV. Vermeils.

Plagiolophus Fraasi H. v. MEYER, Célas.

Pterodon dasyuroïdes GERV. Barjac.

Cette faune, ainsi que l'a bien établi M. Stehlin¹, correspond à celle des Marnes bleues et des Marnes blanches du bassin parisien et à celle de Frohnstetten en Suisse et revêt un caractère un peu plus récent que celle de Montmartre ; elle est certainement antérieure à la faune immigrée de l'Oligocène.

En montant vers Monteils on atteint rapidement le prolongement des grès de Célas, qui ne sont pas fossilifères en ce point. Mais, dans les tranchées du tunnel de Célas, ces assises ont donné une flore extrêmement riche, étudiée par M. Laurent, d'après les échantillons conservés au Musée de Marseille.

Bien que la localité de Célas, qui se trouve à quelques kilomètres au Nord du point étudié par la Société, n'ait pas été visitée dans cette excursion, la flore en est trop importante, et a été étudiée avec trop de soins par M. Laurent, chef des travaux de Paléobotanique au Muséum de Marseille, pour qu'on puisse la passer sous silence.

On trouvera ci-après un résumé de ses observations qu'il a bien voulu rédiger pour la Société géologique.

Les grès de Célas sont bientôt abandonnés par la route et l'on atteint de nouveau les assises que l'on avait examinées au pied de la montée à Méjannes.

Ce n'est qu'un peu après, au-delà du village de Monteils, que la Société a mis pied à terre pour reprendre la coupe au-dessous des calcaires de Méjannes. Sous le mas Barjac, on a observé les calcaires marneux en plaquettes, à *Doliosrobis Sternbergi*, dans lesquels il a été possible de recueillir, outre des fragments de ce Conifère, de nombreuses Hydrobies : *H. cf. pyramidalis* DESH., des *Sphærium*, etc.

La descente dans la direction d'Euzet offre une série très continue de calcaires blancs marneux, en plaquettes, renfermant très sensiblement la même faune.

1. STEHLIN. Mammifères éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *B.S.G.F.* (4), IX, 1909, p. 501.

A moitié distance de Monteils à Saint-Hippolyte-de-Caton, la Société a pu étudier une fouille exécutée dans le niveau dit à *Insectes et Poissons*, par les soins de M. L. Maurette. On a pu observer ainsi de belles plaquettes avec *Atherina vardonis*, dont les plus beaux spécimens ont été réservés pour divers établissements publics : le Muséum de Paris, l'Université de Lyon, celle de Grenoble et celle de Lille. Quelques Insectes, un Coléoptère du groupe des *Carabides* et un Diptère voisin des *Tipules*, ont été aussi recueillis dans les mêmes bancs.

A quelque distance de là, M. L. Maurette avait préparé une autre excavation dans les marnes à Mammifères où se rencontre la célèbre faune d'Euzet.

Les couches marneuses et calcaires qui contiennent les Mammifères, sont nettement inférieures à un horizon qui sert de point de repère dans cette interminable série de calcaires, je veux parler de l'horizon à *Linnea longiscata* et *Potamidés aporoschema*.

Sur le gisement de Mammifères, M. Depéret a donné quelques détails sur la faune dite d'Euzet et a signalé la fréquence des *Palæotheridés*, associés à de nombreux *Plagiolophus*, *Lophiotherium* et *Hyænodon*.

Les couches à Vertébrés contiennent en outre *Linnea longiscata* et *Strophosotoma globosum*.

En continuant leur chemin vers les Baraques d'Euzet, les membres de la Société ont pu étudier les grès à *Lophiodon* du Bartonien, qui ne sont pas fossilifères en ce point, mais sur lesquels on peut apercevoir, lorsque les dalles sont bien découvertes, des traces de pas laissés par les *Lophiodon* et moulées par les grès.

Après le déjeuner aux bains d'Euzet, la Société a recoupé de

S. E.

N. W.

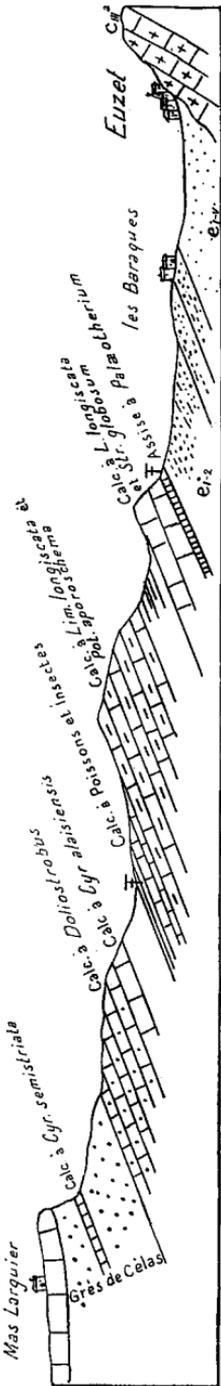


FIG. 9. — COUPE DU BASSIN D'EUZET EN SUIVANT LA ROUTE — LONGUEURS: 1/30 000 ENV. HAUT. EXAGÉRÉS. MÊME LÉGENDE.

nouveau, mais en sens inverse, toute la série de l'Éocène et de la base de l'Oligocène. On s'est arrêté quelque temps à Saint-Césaire-de-Gauzignan pour étudier un gisement remarquable de la zone à *Melanoïdes albigensis*, où les fossiles sont exceptionnellement bien conservés.

Cette faune insuffisamment décrite par Fontannes, mérite une étude spéciale, faite comparativement à celle de plusieurs autres localités du Gard, en particulier de celle des environs de Beaucaire.

On trouvera ci-après les résultats principaux de cette étude.

Les membres de la Société, après s'être attardés un peu sur le beau gisement de Saint-Césaire de Gauzignan n'ont pas pu s'arrêter sur la route de Ners pour étudier les calcaires à *Cyrena Dumasi* et *Jacquotia apirospira* bien développée dans cette région.

A Ners, on a repris le train pour Nîmes où l'on a passé la nuit.

Excursion du 29 septembre à Saint-Mamert et aux environs de Nîmes.

Le départ a eu lieu de bonne heure, par le train de Fons où des voitures attendaient.

On s'est immédiatement dirigé vers Saint-Mamert où l'on a commencé l'étude de la coupe. Les congressistes ont tout d'abord rencontré des grès mollassoïdes, sans fossiles, alternant avec des bancs de conglomérats à éléments peu volumineux. Cet ensemble correspond aux grès mollassiques des environs de Sauzet dans lesquels on a trouvé *Anoplotherium commune* et un débris de *Cainotherium*; nous sommes donc au niveau des lignites de Célas, dans le Sannoisien moyen. Ces grès sont par conséquent le prolongement latéral des calcaires à *Melanoïdes albigensis* du bassin d'Alais¹.

Au-dessous viennent des calcaires siliceux renfermant *Limnea æqualis*, près des Bergeries des Jasses. Immédiatement sous ces bancs, se rencontrent des calcaires un peu plus marneux avec nombreuses *Limnea* du groupe *æqualis* associées à de nombreux *Potamides aporoschema* FONT. figurés ci après (pl. XXIV, fig. 10, 10a) *Hydrobia*, *Striatella* sp., *Planorbis (Segmentina) Rouxi* NOÛL.

C'est le niveau qui avait été observé la veille immédiatement au-dessus des marnes à Mammifères d'Euzet.

1. Voir la coupe de ce point in ROMAN. Eoc. et Olig. du Languedoc. B.S.G.F. (4), III, 1904, fig. 5, p. 562.

Cette dernière assise est représentée dans la colline de Saint-Mamert par quelques bancs à *Limnea longiscata* très fréquentes et bien typiques. Ces bancs forment le sommet de la colline et n'atteignent qu'à peine le revers ouest.

Au-dessous, on atteint le Bartonien, ici représenté par une série très complète d'assises dans lesquelles on peut reconnaître de haut en bas :

1° Banc crayeux sans fossiles ;

2° Calcaire blanc assez dur de 80 cm. d'épaisseur environ très fossilifère. J'ai pu y reconnaître :

Planorbis mamertensis ROMAN.

Planorbis Vasseur ROM.

Planorbis (Segmentina) Rouzi NOUL.

Limnea longiscata BRONGN.

Melanopsis sp.

Dactylius robiacensis ROM.

Glandina costellata var. *mamertensis* ROM.

Ischyrostoma formosum var. *minula* VASSEUR.

Helix sp.

Strophostoma præglobosum ROM.

Ces bancs contiennent aussi quelques débris de *Lophiodon*.

3° Calcaires blancs crayeux sans fossiles (3 m.).

4° Marnes phosphatées (20 à 40 cm.) à très nombreux débris de Mammifères. C'est le gisement dit de Robiac, du nom du hameau situé en face des fouilles. Une tentative d'exploitation industrielle des phosphates n'a donné aucun résultat, mais a permis de recueillir la magnifique faune, unique pour le Bartonien, dont on trouvera la nomenclature ci-après.

M. Depéret, qui le premier a signalé le gisement sur les indications de M. Carrière, donne sur place quelques détails sur la composition de cette faune, et insiste sur l'association en ce point des *Lophiodontidés* avec les premiers *Paleotheridés*.

A l'occasion de la visite de la Société, M. L. Maurette, qui depuis de longues années s'est occupé d'exécuter des fouilles dans cette localité pour le compte de l'Université de Lyon, avait préparé une excavation sur les meilleurs points fossilifères. Les excursionnistes ont pu se rendre compte par eux-mêmes de la richesse du gisement et emporter quelques dents de *Lophiodon*.

Bien que les membres de la Société n'aient pas eu le temps de se rendre jusqu'au contact du Crétacé, je donnerai ici, néanmoins, la série complète de la base de la série tertiaire telle qu'on peut l'observer en se dirigeant vers Robiac :

5° Calcaire blanc marneux sans fossiles ;

6° Marnes argileuses de teinte rougeâtre ou jaunâtre formant à peu près la moitié de la colline de Saint-Mamert ;

7° Marnes blanches sans fossiles, passant latéralement à des conglomérats jaunâtres qui englobent parfois le niveau suivant, et par suite reposent directement par places sur le Crétacé ;

8° Calcaires marneux, formant barre saillante auprès du Mas Robiac, et renfermant la faune classique du Lutétien supérieur : *Planorbis pseudo-ammonius* SCHL., *Limnea longiscata* DESH.

Ces calcaires reposent sur l'Urgonien du bois de Lens.

Au retour, qui s'est fait en voiture par la route de Sommières, on a pu apercevoir en passant, mais sans s'y arrêter, le lambeau de mollasse de la base du Burdigalien à *P. Davidi* de Montpezat. Puis on traverse la plaine de cailloutis sannoisiens de Souvi-gnargues et l'on atteint enfin le synclinal miocène de Sommières.

Il est facile de reconnaître de loin la composition de ce bassin, qu'il n'a pas été possible d'étudier faute de temps. La route recoupe d'abord les mollasses du Burdigalien, autrefois exploitées entre Souvi-gnargues et Pondres. Puis on voit les assises marneuses de l'Helvétien former le substratum du plateau de Villevieille qui lui-même est constitué par les Mollasses tortoniennes.

Après le déjeuner, les membres de la Société ont repris la route de Nîmes.

Arrivés à Aujargues, on s'est arrêté pour observer les calcaires de la base de l'Hauterivien qui sont très fossilifères en ce point. Leur âge est nettement indiqué, non seulement par leur faune, mais encore par leur superposition aux marnes valanginiennes de la Vaunage¹.

La faune d'Aujargues est composée presque exclusivement par des moules internes de Céphalopodes de grande taille, parmi lesquels on peut reconnaître les espèces suivantes : *Lytoceras* cf. *subfimbriatum* D'ORB., *Hoplitides Leopoldi* D'ORB., *Leopoldia radiata* BRUG., *Hoplites* cf. *castellanensis* D'ORB.

Ce niveau calcaire à grands *Hoplites* est très fréquent dans la région et se prolonge très loin au delà d'Aujargues, vers Calvisson, où il est tout aussi riche. Sur le plateau d'Aujargues, ces calcaires sont recouverts par des couches marneuses jaunâtres avec *Toxaster complanatus*. Dans les environs de Sommières, ces dernières couches sont à leur tour surmontées par des cal-

1. On donne le nom de *Vaunage* à la dépression géographique comprise entre les villages de Calvisson, Saint-Dionisy, Clarensac et Caveirac bouchée de tous côtés par les collines de l'Hauterivien et du Barrémien. Le fond de la Vaunage est entièrement occupé par la partie supérieure des marnes valanginiennes, recouvertes localement par du Quaternaire. Toute cette dépression est cultivée en vignes.

caires marneux blanchâtres, qui renferment *Hoplites angulicos-tatus* D'ORB. et *Hopl. crioceroides* TORCAPEL.

On a pu se convaincre ici de l'unité de faciès de cette partie inférieure de l'Hauterivien qui peut mériter le nom de *faciès cévenol*. C'est ce faciès que nous avons pu observer dans le cours de nos excursions à Ruoms et qui se prolonge sur la rive gauche du Rhône par les couches hauteriviennes à *Hoplites radiatus* des environs de Moustier et d'Escragnoles. Il est à remarquer que ces derniers points occupent par rapport au massif ancien des Maures la même position que l'Hauterivien du Languedoc, par rapport au Plateau central. Il y a donc là très probablement une similitude de faciès due à des conditions bathymétriques analogues de la mer hauterivienne.

Les excursionnistes sont ensuite rentrés directement à Nîmes par la route, en regrettant de ne point avoir assez de temps pour observer les changements de faciès de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien si bien étudiés par Torcapel aux environs de Nîmes.

Après le compte rendu de ces excursions, M. **Sayn** remercie ses confrères de l'attention qu'ils ont prêtée aux exposés stratigraphiques qui leur ont été faits par M. Roman et par lui-même pendant les excursions.

M. **Depéret** prend la parole au nom des personnes qui ont assisté à cette intéressante réunion. Il remercie vivement MM. Sayn, Roman et Riche qui ont habilement dirigé les courses géologiques. M. L. Joleaud, qui s'est occupé des procès-verbaux des séances et MM. Gennevaux et Bouchardot, qui ont assumé la gestion financière de la Réunion extraordinaire. Il rappelle brièvement les importants travaux de M. Sayn sur la stratigraphie et la paléontologie du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France; il le félicite tout spécialement des résultats auxquels ont abouti ses dernières recherches sur l'Hauterivien et le Barrémien du Languedoc faites en collaboration avec M. Roman. Il résume succinctement les principaux résultats auxquels est arrivé M. Roman sur la succession des faciès et des faunes du Secondaire et du Tertiaire languedocien.

M. L. **Joleaud**, au nom des géologues qui étudient les régions voisines de celles parcourues par la Société en 1910, exprime la reconnaissance que l'on doit à MM. Sayn et Roman, pour les

remarquables progrès qu'ils ont fait faire à la stratigraphie de la vallée du Rhône et des zones limitrophes. Il remercie M. le doyen Depéret des fouilles qu'il a bien voulu faire effectuer par M. Maurette, à Euzet et à Saint-Mamert, à l'intention des membres de la Société.

M. le chanoine **Almera** a été très vivement intéressé par les courses si bien dirigées par MM. Sayn et Roman; il les remercie au nom des géologues étrangers.

M. **Jodot**, vice-secrétaire de la Société géologique, remercie MM. Sayn et Roman au nom du bureau de la Société.

M. **Mazauric** dit tout l'intérêt que les membres de la Société d'Etude des Sciences naturelles de Nîmes ont trouvé dans l'exposé résumé des observations faites par la Réunion extraordinaire aux environs de Nîmes.

L'ordre du jour étant épuisé, le Président déclare close la Réunion extraordinaire de 1910.

ÉTUDE PHYTOLOGIQUE SUR LE BASSIN DE CÉLAS

PAR **L. Laurent**

Le bassin de Célas a été l'objet de descriptions très détaillées au point de vue géologique. Il suffira de citer Dumas, Fabre, Fontannes, MM. Depéret et Roman pour qu'il soit inutile d'y revenir ici. Nous nous proposons seulement de résumer succinctement nos études sur les végétaux fossiles abondamment répandus, soit dans les calcaires auxquels Fabre a donné le nom de *Calcaires de Monteils*¹, soit dans les grès molassoïdes qui les surmontent et dans lesquels on rencontre surtout un grand nombre d'empreintes de Laurinées appartenant au genre *Cinnamomum* (*C. Scheuchzeri* H.).

Nous avons déjà décrit cette flore dans une monographie détaillée². Les conclusions générales auxquelles nous étions parvenu en comparant cette flore à d'autres niveaux à végétaux du Sud-Est de la France (Gargas, Saint-Zacharie) ont été confirmées par le travail de M. Roman³.

Les caractères de cette flore fossile, placée dans des conditions très favorables au pied des derniers contreforts des Cévennes, montrent que ses points de contact les plus remarquables sont avec les flores oligocènes.

Nous ne trouvons que peu ou pas de types archaïques ; le seul *Pandanus intermedius* LAUR. analogue à ceux que l'on rencontre dans les formations crétacées de Gosau n'est qu'un type isolé, sans signification bien précise, mais d'un autre côté beaucoup d'autres espèces ou formes que nous avons signalées montent jusqu'au Miocène et même au Pliocène.

La flore fossile de Célas comprend trois groupes de végétaux qui s'enchevêtrent et se fondent les uns dans les autres. Ils sont très inégaux en ce qui concerne leur importance et leurs affinités avec les autres gisements similaires.

Ce sont :

1) Espèces très rares et espèces particulières au gisement et lui donnant sa physionomie ;

1. *Bull. Serv. Carte géologique de France*, 1895, t. VI, n° 38, p. 84.

2. L. LAURENT. Flore des Calcaires de Célas. *Ann. Mus. d'Hist. nat. Marseille*, (2), I, 2, 1899.

3. ROMAN. Étude des Bassins lacustres de l'Éocène et de l'Oligocène du Languedoc. *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 367.

2) Espèces fondamentales établissant les rapports de la flore fossile de Célas avec les autres flores ;

3) Espèces ubiquistes ou incomplètes ne pouvant être citées que pour mémoire dans la comparaison de flore à flore.

Le premier groupe, à cause de quelques espèces très rares et des nombreuses formes spéciales de *Ficus* présente à Célas un grand intérêt, mais c'est certainement le deuxième qui est le plus important au point de vue qui nous occupe.

1) Font partie du premier groupe :

<i>Ficus Marioni</i> LAUR.	<i>Ficus irregularis</i> LAUR.
— <i>Gæpperti</i> ETT.	— <i>rotunda</i> LAUR.
— <i>fraterna</i> LAUR.	— <i>diffusa</i> LAUR.
— <i>ovalis</i> LAUR.	— <i>Heckeli</i> LAUR.
— <i>calophylla</i> LAUR.	<i>Artocarpus latifolia</i> LAUR.
— <i>crenata</i> LAUR.	<i>Banisteria Vasseuri</i> LAUR.
— <i>ambigua</i> LAUR.	

Ces formes présentent des différences appréciables et des caractères particuliers, mais il est certain qu'étant donné le polymorphisme des *Ficus* dans la nature actuelle, on pourrait opérer une réduction parmi les formes fossiles. Le *Ficus Marioni* étant dans la flore de Célas l'espèce la mieux définie, c'est à elle que l'on devrait rattacher *Ficus ambigua*, *Ficus irregularis* et *Ficus ovalis*.

Une des espèces qui contribue le plus à donner sa physionomie à la flore fossile de Célas est le *Doliosrobis Sternbergi* MARION. (*Sequoia Sternbergi* HEER.).

Marion reconnut la vraie nature de cette espèce dont les restes sont excessivement fréquents dans la couche à végétaux de Célas. Il appuya son opinion sur l'analyse des organes fructificateurs très abondants et d'une merveilleuse conservation. Cette plante ne devait point s'éloigner du périmètre des anciennes eaux et vivait probablement à la manière des *Taxodium* actuels, le pied enfoncé dans la terre humide et presque marécageuse.

Dans les eaux mêmes du lac on remarque une plante aquatique fort curieuse et extrêmement rare dans les formations géologiques. C'est le genre *Vallisneria* (*Vallisneria Saportana* LAUR.) représenté par un groupe de quatre fleurs femelles.

Enfin citons également dans le premier groupe le *Parkinsonia recta* LAUR., élégante Légumineuse dont le *Parkinsonia aculeata* L. des Indes orientales est l'homologue actuel.

2) Le deuxième groupe nous fait connaître des espèces végétales aussi intéressantes que variées. Ce sont elles qui fournissent

par leur diffusion dans les flores fossiles les termes de comparaison qui permettent d'établir le rapprochement entre la flore de Célas et celle des autres bassins européens.

Nous en donnons l'énumération en suivant l'ordre des familles botaniques :

<i>Lastræa Styriaca</i> HEER.	<i>Fraxinus grosse-dentata</i> LAUR.
<i>Chrysodium Lanzeanum</i> VIS.	<i>Myrsine Marioni</i> LAUR.
<i>Pteris parschlugiana</i> UNG.	<i>Andromeda neglecta</i> SAP.
<i>Lygodium Gaudini</i> HEER.	<i>Viburnum oblongum</i> LAUR.
<i>Sabal major</i> (UNG.) HEER.	<i>Nymphæa Charpentieri</i> HEER.
<i>Chamærops celasensis</i> LAUR.	<i>Pterospermum incrassatum</i> LAUR.
<i>Comptonia dryandraefolia</i> BROGT.	<i>Sapindus falcifolius</i> AL. BR.
<i>Myrica banksiaefolia</i> UNG.	<i>Dodonæa Saportana</i> LAUR.
<i>Populus Gaudini</i> FISEH-OST.	<i>Zizyphus paradisiaca</i> HEER.
<i>Cinnamomum Scheuchzeri</i> HEER.	<i>Heterocalyx Ungerii</i> SAP.
<i>Ailantus prisca</i> SAP.	<i>Dalbergia leptolobiana</i> SAP.
<i>Myrtus eocenica</i> ETT.	<i>Acacia servacensis</i> LAUR.

3) Enfin dans le troisième groupe prennent place : a) un certain nombre de formes incomplètes comme *Myrica Saportana* LAUR. ; b) les restes que nous avons attribués avec réserves aux Protéacées et qui doivent prendre place dans les *Incertæ sedis*, sauf probablement le *Grevillea dissecta* LAUR., qui peut être rapporté à quelque *Quercus* à feuilles fortement découpées ; c) d'autres espèces enfin qui ne sont ni assez bien caractérisées ni en assez grand nombre pour qu'on puisse en faire état dans une étude comparative, entre flores fossiles.

<i>Cystopteris fumariacea</i> WESS. et WEB.	<i>Anona incerta</i> LAUR.
<i>Typha et Cyperites.</i>	<i>Cocculus intermedius</i> LAUR.
<i>Pandanus intermedius</i> LAUR.	<i>Zizyphus propinquus</i> LAUR.
<i>Aralia antecedens</i> LAUR.	<i>Pyrus elongata</i> LAUR.
— <i>rigida</i> LAUR.	<i>Leguminosites</i> sp.
<i>Vitis dubia</i> LAUR.	<i>Phyllites</i> sp.

Tous les types vivants que l'on peut comparer aux espèces fossiles de Célas, à part quelques exceptions, sont relégués de nos jours dans les régions chaudes du globe. C'est dans l'Insulinde qu'il faut aller chercher les termes de comparaison quand il s'agit des paysages éocènes et oligocènes de l'Europe tempérée.

En ce qui concerne les flores fossiles, c'est surtout avec celles de l'Oligocène inférieur, que les points de contact sont satisfaisants. Nous trouvons en effet une vingtaine d'espèces communes ou similaires entre ces flores et celles de Célas. C'est une très forte proportion si on tient compte des formes douteuses ou incomplètes qui font partie du troisième groupe.

Certainement, on trouve avec les localités miocènes et notamment avec la flore de la molasse suisse, un assez grand nombre de formes comparables (une quinzaine), mais il ne faut point oublier que, dans cette proportion, ce sont surtout des espèces aquatiques, des Cryptogames et des espèces ubiquistes qui entrent en ligne de compte.

Non seulement c'est avec les flores de l'Oligocène inférieur (Sannoisien et Stampien), que le nombre des espèces semblables ou représentatives est le plus élevé, mais c'est surtout avec elles qu'on constate la plus grande similitude dans la composition de la flore.

En effet la flore de Célas ne renferme pas de types archaïques. Aucune des espèces de l'Éocène, si ce n'est quelques Filicinées peu probantes à ce point de vue, ne se rencontre dans cette flore. D'autre part, les espèces septentrionales ne se montrent que plus tard : telles sont les espèces appartenant aux genres *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Fagus*, *Quercus*, *Salix*, *Ulmus*, *Celtis*, *Tilia*.

Si on ne peut affirmer positivement que ces types fussent absents de la région (car les couches fossilifères sont loin d'avoir livré tous leurs secrets), il nous semble qu'ils devaient être extrêmement subordonnés et qu'en tous cas les espèces qui les représentaient appartenaient encore à des types méridionaux. Sans pouvoir préjuger de l'avenir et des découvertes futures, le nombre de types connus à Célas nous paraît très suffisant pour pouvoir nous donner une idée précise de la composition du tapis végétal arborescent.

La flore de Célas appartient donc à cette partie des temps oligocènes pendant laquelle les types archaïques étaient éliminés, mais qui n'avait pas encore été le témoin de l'extension des types septentrionaux qui devaient former le fond de la végétation pendant le Tertiaire supérieur.

LE GISEMENT DE MAMMIFÈRES D'EUZET-LES-BAINS
(LUDIEN INFÉRIEUR)

PAR Charles Depéret.

La présence de débris de Mammifères dans l'Éocène supérieur du bassin d'Alais a été signalée dès 1849 par P. Gervais (*C.R. Ac. Sc. Paris*, XXIX, p. 568), d'après les découvertes faites simultanément à Fonspar Émilien Dumas et à Saint-Hippolyte-de-Caton par d'Hombre-Firmas. Dans la 2^e édition de la *Zoologie et Paléontologie françaises*, 1859, p. 333, le savant paléontologiste donne la courte liste suivante des espèces provenant de ces deux points :

Anchitherium? Dumasi GERVAIS.
Lophiotherium cervulum GERV.
Tylodon Hombresi GERV.

Hyænodon Requieri GERV.
Hyænodon minor GERV.

Il cite en outre, au cours de cet ouvrage la présence de débris de Paléothéridés, parmi lesquels un *Palæotherium* voisin mais différent du *medium* et un *Paloplotherium* indéterminé.

Pour Gervais, cette faune se range dans son étage proïcène, exactement au niveau de la faune des gypses de Montmartre et de celle des lignites de Gargas (Vaucluse).

Un peu plus tard, en 1876, Émilien Dumas dans l'œuvre posthume intitulée « *Statistique géologique du département du Gard* » donne une liste plus importante des Mammifères fossiles de Saint-Hippolyte-de-Caton ; cette liste dont quelques déterminations ne sont pas très exactes est la suivante :

Palæotherium curtum CUV.
— *medium* CUV.
— *minus* CUV.
Lophiotherium cervulum GERV.
Anchitherium Dumasi GERV.

Hyopotamus crispus GERV.
Hyænodon Requieri GERV.
— *minor* GERV.
Pterodon Requieri GERV.
Tylodon Hombresi GERV.

Aucune indication locale précise n'est donnée par les auteurs précédents de sorte que le point exact des deux gisements de Fons et de Saint-Hippolyte-de-Caton reste toujours quelque peu indéterminé.

Dans ses deux beaux mémoires sur le bassin d'Alais (*Le groupe d'Aix, dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc* 1885, p. 169 et *Description sommaire de la Faune malacologique du groupe d'Aix*, 1884, tableau final), Fontannes reproduit sans

modification¹ la liste d'E. Dumas ; et précisant plus que ses devanciers la place stratigraphique et l'emplacement du gisement qu'il signale, il le décrit sous le nom nouveau de *Gisement du Mas de la Roche, près Euzet* (p. 169, fig. 43) ou encore des *Baraques de Sainte-Croix*. Cette station fossilifère importante lui avait été signalée par MM. Pouthier et Fabre, qui y avaient l'un et l'autre pratiqué quelques fouilles superficielles.

J'ai repris depuis une dizaine d'années l'étude de cet important gisement et grâce à l'habile activité de mon préparateur, M. Maurette, j'ai pu y recueillir une grosse collection de pièces merveilleuses, qui font actuellement partie du laboratoire de l'Université de Lyon, et constitueront, je l'espère, bientôt, les matériaux d'une belle monographie.

Je renverrai au travail de M. F. Roman pour les détails de la coupe stratigraphique passant par le gisement en question, que je désignerai dorénavant par le nom de *gisement d'Euzet-les-Bains*, à cause du voisinage de ce petit établissement thermal bien connu dans toute la région. J'indiquerai seulement que la station fossilifère se trouve sur le revers oriental d'une petite colline, dont les différentes couches plongent assez rapidement vers l'Ouest.

La couche fossilifère peut se suivre sur une longueur de plus de 100 mètres : vers le Sud, c'est une marne tendre grise et un peu ligniteuse, comprise entre des *dalles grises, calcaires*, dont les surfaces sont parfois couvertes de mâchoires, d'espèces les plus variées. En se dirigeant vers le Nord, la marne disparaît presque, ou, mieux, se transforme peu à peu en un calcaire marneux gris-blanchâtre où les ossements de teinte noire sont très bien conservés, mais d'une extraction plus difficile. C'est dans cette partie calcaire, qui constitue un petit mamelon broussailleux que l'on trouve associés aux Mammifères, quelques rares Mollusques d'eau douce, tels que *Strophostoma globosum*, *Glandina Vialai* qui caractérisent l'Éocène supérieur du Languedoc.

Bien que je n'ai pu encore étudier d'une manière très complète les éléments de cette riche faune, je puis citer cependant dès aujourd'hui les espèces que j'y ai reconnues avec l'indication des pièces se rapportant à chacune d'elles. Un certain nombre de ces déterminations sont empruntées d'ailleurs aux travaux de mon savant confrère M. Stehlin².

1. Fontannes signale toutefois, d'après Gaudry, que le *Tylodon Hombresi* doit disparaître de la nomenclature, étant composé d'un bout postérieur de mandibule d'*Adapis* associé à une partie antérieure de Carnassier créodonte.

2. Les « Mammifères du Sidérolithique suisse. *Mémoires de la Société paléontologique suisse*, t. XX et suivants.

I. — ONGULÉS IMPARIDIGITÉS

1. — *PALÆOTHERIUM CRASSUM* CUVIER (mut. asc.)

Le gisement d'Euzet n'a fourni jusqu'ici qu'une seule espèce du genre *Palæotherium* (*s. str.*); c'est une forme de moyenne taille, un peu inférieure aux pièces attribuées par Cuvier et Blainville au *P. crassum* du gypse de Paris, et en particulier au crâne presque complet figuré par ces auteurs (Oss. foss., pl. 134-135).

J'ai recueilli à Euzet un crâne en bon état, muni de sa mandibule, et beaucoup de pièces isolées des mâchoires et des membres. Le crâne montre les os du nez admirablement préservés : ces os nasaux, très développés en longueur et en largeur, ont leurs bords externes sub-parallèles, et convergent brusquement en avant pour se terminer en une pointe triangulaire élargie. Ils concordent tout à fait avec le type d'os nasaux que l'on observe dans le crâne attribué par Cuvier au *P. crassum* et diffèrent au contraire du nez étroit et effilé qui se montre dans les crânes que Cuvier a rapportés au *P. medium*¹.

Les pattes du *Palæotherium* d'Euzet, à en juger par les métacarpiens et métatarsiens médians dont j'ai recueilli plusieurs spécimens entiers, sont du type court et large, qui a valu à l'espèce de Paris le nom de *crassum* et diffèrent beaucoup du type *medium*, aux métacarpiens et métatarsiens bien plus grêles et plus allongés.

Le petit tableau ci-dessous donne pour les deux espèces du gypse parisien et pour l'animal d'Euzet les proportions relatives de longueur et de largeur mesurées sur le métatarsien médian.

	<i>P. medium</i> (Paris)	<i>P. crassum</i> (Paris)	<i>P. cf. crassum</i> (Euzet)
Longueur.	115 mm.	98 mm.	91 mm.
Largeur au milieu	14 —	20 —	15 —
Largeur en haut.	22 —	24 —	20 —

Comme le gisement d'Euzet n'a fourni qu'une seule espèce de vrai *Palæotherium*, on ne saurait douter que le crâne aux nasaux larges, longs et obtus en avant ne corresponde bien aux pattes larges et courtes trouvées dans les mêmes couches. On voit donc combien Cuvier avait eu raison de rapprocher sous le nom de *P. crassum*, les crânes aux os larges et longs et les pattes pourvues de métacarpiens et de métatarsiens relativement larges et trapus. Cette observation n'était pas inutile, étant donnés les doutes formulés sur ce rapprochement par MM. Lydekker et Stehlin.

L'identité du *Palæotherium* d'Euzet avec le *P. crassum* de Paris n'est pas absolue. Il existe entre eux d'abord une petite différence de taille, un peu plus faible chez le premier : longueur de la

1. CUVIER, Oss. foss. *Palæoth. crassum*, pl. 82, 98, 131. — BLAINVILLE, Ostéographie, g. *Palæotherium* (pl. 1 à v).

série des 6 dernières molaires inférieures, 120 mill., dans le type de Paris; 116 mill., dans la race d'Euzet. Il y a en outre une nuance dans le degré un peu moins avancé des prémolaires dans le type d'Euzet : le lobe postéro-interne est relativement plus petit dans P¹, P³ et P², d'où résulte pour le contour de la couronne une forme moins carrée, plus étendue en travers et même une tendance sub-triangulaire. Je dois ajouter que ce caractère d'évolution est assez variable dans les différentes séries d'Euzet que j'ai entre les mains ; certains sujets se rapprochent beaucoup du type de Paris.

Ces légères différences sont évidemment en rapport avec l'âge géologique un peu plus ancien du gisement d'Euzet, qui est du Ludien inférieur, tandis que le *P. crassum* type, provient de la masse supérieure du gypse parisien (Ludien supérieur). Il s'agit donc là d'une véritable *mutation stratigraphique* qui pourrait à la rigueur être précisée par un nom. Je regarde en tous cas le *Palæotherium* d'Euzet comme l'ancêtre direct du *P. crassum*.

2. — *PLAGIOLOPHUS ANNECTANS* OWEN

C'est l'animal le plus commun dans le gisement d'Euzet, où j'en ai recueilli des pièces magnifiques, entre autres un crâne complet, en place dans la roche et faisant saillie de profil.

Ce *Plagiolophus* (*Paloplotherium* OWEN) diffère du petit *Plagiolophus* du gypse de Paris (= *Palæotherium minus* CUVIER) par une taille sensiblement plus forte : longueur de la série des 6 dernières molaires supérieures, 80 mm., dans l'espèce d'Euzet ; 65 mm., dans le type de Paris.

Il en diffère encore par un degré moins avancé de la molarisation des prémolaires d'en haut et d'en bas : les prémolaires supérieures du *P. annectans*, en particulier la quatrième, sont moins carrées, plus triangulaires, ce qui tient surtout au plus faible développement du denticule postéro-interne ; en outre le mésostyle est plus complètement développé. C'est donc un type un peu plus *hétérodonte* ou si l'on préfère, plus primitif, caractère qui est parfaitement en rapport avec son âge géologique un peu plus ancien.

Le *P. annectans* a été tout d'abord décrit par Owen des *Headonbeds* d'Hordwell (Hampshire) dont la faune est remarquablement semblable à celle d'Euzet. M. Stehlin l'a signalé dans plusieurs localités du Sidérolithique suisse, à Eclépens, à Moutier et surtout au Mormont ; il existe aussi une forme très voisine dans le gisement de phosphorite de Lamandine. Dans le Sud-Est de la France, M. Stehlin l'indique à Souvignargues (Gard), dans un gisement du même âge que celui d'Euzet. Enfin P. Gervais et Pomel ont décrit dans le Ludien supérieur de la Débruge un *Plagiolophus* de la taille de l'*annectans*, relié, il est vrai, au *P. minor* du même gisement par des variations de taille intermédiaires. Il est possible qu'il s'agisse là d'une mutation stratigraphique directe de l'espèce d'Hordwell et d'Euzet, ainsi que l'a supposé M. Stehlin.

3. — *LOPHIOTHERIUM CERVULUM* GERVAIS

C'est avec l'espèce précédente l'animal le plus abondant et le plus caractéristique du gisement d'Euzet. J'ai fait connaître dans un mémoire antérieur¹ les caractères de ce petit *Imparidigité* qui représente en Europe le dernier terme de l'évolution de la famille des Hyraco-théridés ou Prééquadés. Le caractère générique essentiel est le degré très avancé d'*homéodontie*, c'est-à-dire de la transformation des prémolaires en dents à deux collines internes, analogues aux arrière-molaires. Cette évolution est tout à fait achevée dans la dernière et l'avant-dernière prémolaires, beaucoup moins dans la deuxième, mais j'ai signalé à cet égard un degré de variation individuelle assez remarquable.

Le *Lophiotherium cervulum* est une forme caractéristique du Ludien inférieur et elle n'a été trouvée à ma connaissance, dans aucun gisement de l'horizon du gypse de Montmartre, c'est-à-dire du Ludien supérieur. Nous sommes conduits à admettre que le rameau des Hyraco-théridés s'est éteint en Europe à la fin du Ludien inférieur, sans laisser aucun descendant, tandis que l'évolution du groupe s'est faite beaucoup plus longtemps dans l'Amérique du Nord.

Par contre le *L. cervulum* a été précédé dans le Bartonien de Robiac et du Castrais par des espèces assez voisines, où la molarisation des prémolaires est un peu moins avancée. D'autres formes de plus petite taille remontent jusque dans le Lutécien.

Le gisement d'Euzet est le seul où le *Lophiotherium* a été trouvé en place dans des couches stratifiées d'âge géologique bien déterminé. Mais dans les dépôts sidérolithiques, M. Stehlin le signale à Lamaudine (Quercy), à Mormont-Eclépens et à Saint-Loup, gîtes dont l'âge ludien inférieur lui paraît établi.

4. — *ANCHILOPHUS DUMASI* GERVAIS

Les *Anchilophus* représentent une petite famille voisine de Hyraco-théridés, mais distincte surtout par ses molaires supérieures dont la muraille externe est relativement très aplatie, pourvue de côtes médianes peu saillantes et par la fusion presque complète des denticules intermédiaires et internes en une double arête transverse un peu sinueuse. En outre, les prémolaires sont très évoluées et ont toutes, sauf la première, deux crêtes internes comme les arrière-molaires.

L'*A. Dumasi* est une forte espèce, décrite par Gervais, de Saint-Hippolyte-de-Caton sous le nom générique inexact d'*Anchitherium*. Elle est caractérisée, outre sa forte taille, par la forme carrée de ses molaires supérieures, par les côtes médianes de leur muraille relativement saillantes, enfin par la hauteur notable de leur couronne.

L'espèce est assez fréquente à Euzet où j'ai recueilli un crâne entier un peu déformé et de nombreuses séries dentaires. C'est le seul

1. Ch. DEPÉRET. Revision des formes européennes de la famille des Hyraco-théridés. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901.

gisement stratifié et géologiquement daté que l'on en connaisse. M. Stehlin la cite des phosphorites de Lamandine, d'Escamps et de Caylux, ainsi que du Sidérolithique suisse au Mormont, tous gisements du Ludien inférieur.

II. — ONGULÉS PARIDIGITÉS

5. — *DACRYTHERIUM OVINUM* OWEN

Le groupe des *Dacrytherium* est, à la fois, voisin des Anoplothéridés et des Hyopotamidés. Il est représenté à Euzet par une forme d'assez grande taille, le *D. ovinum* de l'horizon d'Hordwell dans l'île de Wight. Le type d'Euzet, dont j'ai recueilli de belles séries dentaires des deux mâchoires, est de dimensions très légèrement supérieures à celles de la mandibule type de l'île de Wight figurée par Owen (longueur des 6 dernières molaires inférieures, 69 mm. au lieu de 66 mm.) mais cette différence rentre dans la limite des variations individuelles.

En dehors des Headon-beds de l'île de Wight et du gisement d'Euzet, le *D. ovinum* n'est connu d'aucun autre gîte stratifié. M. Stehlin le cite des gîtes phosphatés de Lamandine (de Larnagol et de Bach) et rapporte à la même espèce une seule molaire supérieure isolée du gisement sidérolithique suisse de Moutier. C'est donc un animal rare et qui semble tout à fait caractéristique de la faune du Ludien inférieur.

6. — *LEPTOTHERIDIUM LUGEONI* STEHLIN

M. Stehlin a récemment créé ce genre pour de tout petits Ongulés, très voisins des *Catodotherium* pour la structure relativement assez bunodonte de leurs molaires et pour le remarquable allongement de leurs prémolaires antérieures, mais ayant leur mésostyle large et refoulé en dedans, comme chez les *Dacrytherium*. Je n'ai recueilli que des documents incomplets pour la dentition supérieure, en particulier un fragment de molaire avec les 3 M et la dernière P : mais j'ai obtenu plusieurs demi-mandibules plus ou moins complètes montrant la forme étroite et allongée des prémolaires ; la 4^e prémolaire porte un lobe postérieur bien développé et ressemble à une moitié d'arrière-molaire.

Le genre *Leptotheridium* n'était encore connu d'aucun gisement stratifié. M. Stehlin a décrit d'Egerkingen le *L. traguloïdes* et du Mormont une espèce un peu plus forte, le *L. Lugeoni*. La découverte de cette dernière espèce à Euzet confirme l'hypothèse émise par M. Stehlin de l'âge ludien inférieur de ce curieux petit animal.

7. — *HAPLOBUNODON PICTETI* sp. LYDEKKER (= *H. LYDEKKERI* STEHLIN).

J'ai proposé en 1908 ce nom générique en prenant pour type un petit Anthracothéridé des Headon-beds d'Hordwell (Hampshire) décrit par M. Lydekker successivement sous les noms de *Anthracotherium*

Gresslyi et *A. Picteti*. Le genre est caractérisé par une structure dentaire bunodonte voisine de celle des *Anthracotherium* vrais, mais qui s'en sépare aisément, non seulement par sa faible taille, mais par sa dernière prémolaire supérieure pourvue d'un lobe interne et par la présence d'une longue barre en avant de la deuxième prémolaire d'en haut et d'en bas.

J'ai retrouvé à Euzet quelques débris de la dentition de cette forme rare : deux fragments de mandibule, une belle arrière-molaire supérieure isolée et un fragment de mâchoire avec les deux premières dents de lait. La taille et les caractères sont les mêmes que ceux de l'espèce d'Hordwell qui appartient à l'horizon géologique d'Euzet, c'est-à-dire au Ludien inférieur, dont l'espèce est jusqu'à ce jour tout à fait caractéristique.

8. — *XIPHODON* cf. *CASTRENSE* KOWALEVSKY

Le genre *Xiphodon*, si bien caractérisé par la forme nettement crescentoïde de ses cinq denticules aux molaires supérieures, et par leur mésostyle mince et presque tranchant, n'est représenté jusqu'ici à Euzet que par une seule M supérieure, probablement M³, indiquant une espèce de la taille, ou à peu près, du *X. castrense* des sables bartoniens du Castrais. Il est difficile de préciser, avec une dent isolée, les différences qui ont pu exister entre l'espèce bartonienne et la forme assurément très voisine du Ludien inférieur d'Euzet.

M. Stehlin a signalé à Euzet, sous le nom de *Xiphodon intermedium* une espèce plus forte que la précédente, d'après deux fragments de mandibules du musée de Marseille. Je n'ai pas eu l'occasion de voir ces intéressants débris.

9. — *HAPLOMERYX PICTETI* STEHLIN

Ce petit Ongulé, du groupe des Dichodontidés, aux molaires supérieures pourvues de quatre denticules seulement par la disparition du denticule intermédiaire existant dans les genres précédents, est assez fréquent à Euzet où j'ai recueilli un fragment de mâchoire supérieure avec les 4 dernières molaires, diverses molaires supérieures isolées et surtout de nombreuses demi-mandibules plus ou moins complètes. Les dimensions de cet animal sont notablement supérieures à celles de l'*H. Zitteli* SCHLOSSER, des phosphorites, espèce type du genre. M. Stehlin a établi l'*H. Picteti* sur des pièces de sujets jeunes, encore pourvues de dents caduques provenant du Mormont. Il la signale également à Euzet sous le nom de *Haplomeryx* cf. *Picteti* d'après quelques molaires supérieures isolées, probablement identiques aux nôtres, et ne présentant avec l'espèce du Mormont que des différences bien légères.

Je suis d'ailleurs porté à attribuer également à l'*H. Picteti* le fragment de mandibule de la Faculté des Sciences de Lyon que ce savant a rapporté au genre *Pseudamphimeryx* sous le nom de

P. Renevieri STEHLIN. Les dimensions et la structure de ces dents (M^3 P^1) sont très semblables, comme l'indique M. Stehlin, à celles de l'*Haplomeryx Zitteli*; et comme jusqu'ici on n'a trouvé à Euzet aucune trace de molaires supérieures à cinq denticules du type si particulier des Amphimérycidés, je penche pour la restitution de cette pièce au genre *Haplomeryx*.

10. — *DICHODON CERVINUM* OWEN

Le genre *Dichodon*, si bien caractérisé par ses molaires supérieures à 4 denticules parfaitement sélénodontes avec muraille externe repoussée en dedans comme chez les *Dacrytherium*, et par ses prémolaires remarquablement allongées, est relativement fréquent à Euzet. Il y est représenté par une espèce d'assez forte taille, moins forte toutefois que le type du genre, le *D. cuspidatum* OWEN des couches d'Hordwell. Le type du *D. cervinum* est une branche gauche de mandibule de l'Éocène supérieur de Binsted (Ile de Wight) et M. Lydekker indique une molaire supérieure isolée des Headon-beds de la même ile. M. Stehlin a signalé l'espèce dans le Sidérolithique de Mormont-Entre-roches, et probablement de Mormont-Eclépens et de Moutier; elle est également fréquente dans les marnes ludiennes inférieures de Lamandine.

Le gisement d'Euzet a fourni deux palais à peu près entiers et de nombreuses demi-mandibules, pièces qui permettent l'étude de la série dentaire dans son ensemble.

11. — *CHÆROPOTAMUS DEPERETI* STEHLIN

J'ai recueilli à Euzet un certain nombre de portions de mâchoires et de mandibules, qui se rapportent incontestablement à un petit Suidé du genre *Chæropotamus*, caractérisé entre autres par ses molaires supérieures subcarrées à cinq denticules, dont trois au lobe antérieur, et par l'os de la mandibule relativement grêle et allongé. L'espèce d'Euzet, qui a déjà été désignée par M. Stehlin sous le nom de *Ch. Depereti* a des dimensions intermédiaires entre le petit *Chæropotamus lautricensis* NOUËT des sables bartoniens du Castrais et les formes de plus grande taille du gypse de Paris (*Ch. parisiensis*, CUVIER) et de la Débruge (*Ch. affinis* GERVAIS). Il représente donc une véritable *mutation stratigraphique* intermédiaire entre ces deux groupes, mutation qui concorde fort bien avec l'âge ludien inférieur du gîte d'Euzet.

En dehors d'Euzet, M. Stehlin a signalé l'espèce au Mormont-Eclépens, à Lamandine (Quercy) et il lui attribue aussi provisoirement un fragment de mandibule du gypse d'Argenteuil (École des Mines) qui proviendrait des masses inférieures de l'étage ludien. Le *Ch. Depereti* est donc un animal caractéristique du Ludien inférieur.

12. — *CEROCHOERUS MINOR* GERVAIS

Le nom donné à ce genre par P. Gervais impliquait une parenté avec les Singes, qui n'est point réelle. Il s'agit sans conteste d'un petit Suidé, caractérisé par son crâne au museau allongé, comme chez les Suidés, pourvu de deux gouttières orbito-nasales, et de canines allongées, comprimées et pointues.

J'ai recueilli à Euzet, entre autres pièces, un crâne entier, muni de sa mandibule qui permet une étude complète de cet animal.

Voici un résumé succinct des plus importants caractères dentaires : M supérieures plus larges que longues, pourvues de 4 denticules et d'un rudiment de denticule intermédiaire placé tout près du bord antérieur de la dent ; M³ plus petite, rétrécie en arrière, sans talon. P¹ et P³ triangulaires à deux pointes, P³ un peu plus allongée ; P² allongée munie d'un très petit talon postéro-interne ; P¹ triangulaire comprimée, séparée à la fois de P³ et de la canine par une barre de 4 millimètres ; Canine aplatie en travers *et sillonnée sur le côté*, avec racine presque bifide.

M inférieures un peu allongées, à 4 denticules, les internes reliés aux externes par deux arêtes divergentes : M³ plus forte, avec un talon bien développé : P¹ triangulaire avec un sommet à 2 pointes peu détachées ; P³ à un denticule avec un talon transverse : P² triangulaire tranchante. Pas de P⁴, par suite du contact presque immédiat entre P² et la canine : canine longue sillonnée sur le côté et à racine subfide. Longueur des 3 M supérieures, 21 mm. ; longueur des 3 M inférieures, 26 mm.

Le type de *C. minor* provient du Ludien inférieur de Lamandine qui a fourni de nombreux fragments de mâchoires. Il n'était connu encore d'aucun autre gisement.

III. — CARNASSIERS CRÉODONTES

GENRE *HYÆNODON*.

Parmi les magnifiques débris de ce genre recueillis à Euzet, on doit distinguer au moins trois formes bien distinctes : un type de grande taille au museau raccourci, l'*Hyænodon Requièni* ; un type de taille un peu plus faible, au museau grêle et allongé, l'*Hyænodon Heberti* FILHOL ; enfin un type de plus petite taille, l'*Hyænodon minor* GERVAIS. Ces trois espèces y ont été déjà bien distinguées et étudiées par M. Martin¹.

13. — *HYÆNODON REQUIËNI* GERVAIS

J'ai recueilli de cette grande espèce deux crânes en partie écrasés, dont l'un avec la mandibule. La tête est robuste et épaisse, remarqua-

1. R. MARTIN. Revision d. oberocœnen und unteroligocœnen Creodonten Europas. 1906 (Thèse de doctorat).

blement obtuse, courte en avant ; les prémolaires sont épaisses et très serrées les unes contre les autres et contre la canine qui est énorme. Longueur de la série dentaire d'en haut : M^2-P^1 , 105 mm. ; de la série inférieure, 102 mm.

Il existe dans le même gisement des sujets de structure brévirostre analogues, mais de dimensions plus petites, notamment une série dentaire supérieure et une mandibule avec ses deux branches. M. Martin considère ces individus comme une petite race qui se rapprocherait de l'*H. brachyrhyncus* BLAINV. du gypse de Montmartre. Peut-être convient-il plus simplement d'y voir la marque d'une variation sexuelle ou même individuelle. C'est une question à éclaircir.

L'*H. Requièni* paraît répandu dans toute la hauteur de l'étage ludien : en dehors du gisement d'Euzet (Ludien inférieur) il se trouve à Gargas (et peut-être à Paris) dans le Ludien supérieur.

14. — *HYÆNODON HEBERTI* FILHOL

J'ai découvert à Euzet une mandibule avec ses deux branches, déjà étudiée par M. Martin et une partie antérieure de crâne non déformée qui s'adapte fort bien avec la mandibule. Cette espèce se reconnaît aisément à ses formes plus fines dans son ensemble, à son museau plus allongé et plus grêle, à ses prémolaires moins épaisses et un peu plus espacées. Elle est de taille à peine plus petite que l'*H. Requièni*. Longueur de la série dentaire supérieure : M^2-P^1 , 95 mm. ; de la série inférieure M^3-P , 95 mm.

Le type de l'*H. Heberti* provient des phosphorites du Quercy : elle n'est connue d'aucun autre gisement stratifié que celui d'Euzet et paraît donc caractériser le Ludien inférieur.

15. — *HYÆNODON MINOR* GERVAIS

Cette petite forme, au museau raccourci et aux dents assez massives et serrées, est assez fréquente à Euzet (Saint-Hippolyte-de-Caton) d'où provient le type figuré par Gervais. L'Université de Lyon en possède deux moitiés antérieures de crâne avec toute la dentition et de nombreuses mandibules. Longueur de la série des molaires supérieures M^2-P^1 65 mm. ; des molaires inférieures M^2-P^1 65 mm.

Il existe dans les phosphorites une forme très voisine, qui, selon M. Martin, est un peu plus forte que le type d'Euzet et pourrait être le descendant de l'*H. minor* dans l'Oligocène inférieur.

16. — *QUERCYTHERIUM TENEBROSUM* FILHOL

Ce rare et curieux Créodonte, si remarquable par la force et l'épaississement *hyénoïde* de ses prémolaires aux deux mâchoires a été décrit par Filhol d'après une mandibule des phosphorites du Quercy ; mais sa dentition supérieure restait inconnue. J'ai recueilli à Euzet un beau palais muni de toutes ses molaires, indiquant une forme de

museau courte et rapidement élargie en arrière. Les arrière-molaires supérieures sont d'un type primitif trituberculaire et les prémolaires, surtout P³, épaisses et massives, avec une seule pointe conique fortement usée au sommet par un régime omnivore analogue sans doute à celui des Hyènes. La dentition inférieure présente des particularités analogues.

Le *Quercytherium* n'est connu d'aucun autre gisement stratifié que celui d'Euzet (Ludien inférieur), il a été rencontré dans plusieurs gisement des phosphorites.

IV. — CARNASSIERS PROPREMENT DITS

17. — *CYNODICTIS LACUSTRIS* GERVAIS

Ce petit Canidé n'est représenté jusqu'ici dans la faune d'Euzet que par de rares fragments : un morceau de mâchoire supérieure avec la carnassière et la première tuberculeuse et une autre carnassière supérieure isolée. Ces pièces ont exactement les dimensions des pièces types de l'espèce décrite par Gervais du Ludien supérieur de Gargas (Vaucluse). Je dois faire remarquer toutefois que la première tuberculeuse, par la forme relativement peu allongée de sa muraille externe ressemble beaucoup plus à la pièce figurée par Gervais dans la planche 75, figure 1 de la *Zoologie et Paléontologie française*, qu'à la pièce plus complète de la planche 26, figure 3, où la première tuberculeuse est plus élargie en dehors et plus triangulaire. Je ne serais point étonné que cette dernière pièce appartienne à une toute autre espèce que la première, qui est le vrai type du *Cynodictis lacustris*.

Le *Cyn. lacustris* se trouve donc à la fois dans le Ludien inférieur d'Euzet et dans le Ludien supérieur de Gargas. Il est aussi assez fréquent dans les phosphorites du Quercy.

V. — PRIMATES, LÉMURIENS

18. — *ADAPIS MAGNUS* FILHOL

Cette grande espèce, pour laquelle Gervais avait proposé le nom générique autonome de *Leptadapis*, en raison de l'absence de tubercule intermédiaire au lobe antérieur des M supérieures est représentée dans le gisement d'Euzet par une très belle série de pièces : un palais entier avec toute sa dentition, une mandibule complète et de très nombreux fragments de la dentition des deux mâchoires.

L'*Adapis magnus* était connu seulement de la faune des phosphorites (Raynal etc.). Sa présence à Euzet détermine l'âge ludien inférieur de cette espèce.

19. — *NECROLEMUR EDWARDSI* FILHOL

Les espèces du genre *Necrolemur* signalées dans les faunes de l'Éocène supérieur ou de l'Oligocène inférieur sont au nombre de trois,

bien distinctes par leurs dimensions : la plus grande est le *N. Edwardsi* FILHOL (3 M inférieures = 10 mm. 3 dans le type de Filhol); une forme intermédiaire est le *N. antiquus*, type du genre (3 M inférieures 8 mm. 3) : enfin une toute petite espèce le *N. Zitteli* SCHLOS., dont les 3 M inférieures atteignent seulement 6 mill.

C'est à la plus grande espèce, le *N. Edwardsi* que se rapportent les quelques pièces dentaires recueillies à Euzet : deux parties de maxillaire, l'un avec les 3 M, l'autre avec les 3 M et la dernière P; une demi-mandibule avec les 3 M et les deux dernières P, enfin des parties moins importantes de la mandibule.

Les dimensions (3 M inférieures = 10 mm.; 3 M supérieures = 8 mm. 5) et les caractères concordent avec la pièce type de Filhol et avec un maxillaire supérieur des phosphorites que possède l'Université de Lyon. Les M supérieures ont 3 denticules disposés en triangle et un 4^e denticule postéro-interne (hypocône) provenant de l'épaississement du bourrelet basilaire : la dernière M³ a la même structure quadrituberculaire, ce qui différencie les *Necrolemur* du genre *Microchærus* où la dernière M est triangulaire et très réduite sur son bord externe.

Le *N. Edwardsi* n'était connu jusqu'ici que des phosphorites; sa présence dans le Ludien inférieur d'Euzet détermine l'âge géologique de cette belle espèce.

La faune d'Euzet-les-Bains, comprenant à l'heure actuelle 19 espèces de Mammifères, en laissant de côté les Vertébrés inférieurs, est une faune essentiellement éocène supérieure ou *ludienne*.

Elle se sépare de toutes celles qui l'ont précédée dans l'Éocène moyen par la disparition définitive des Lophiodontidés (*Lophiodon*, *Chasmotherium*); par le degré avancé de l'évolution des prémolaires dans le sens homéodonte chez les Paléothéridés (*Palæotherium*, *Plagiolophus*); par les fortes dimensions qu'atteignent déjà les représentants de plusieurs rameaux phylétiques : *Anchilophus Dumasi*, *Dacrytherium ovinum*, *Haplobuodon Picteti*, *Dichodon cervinum*, *Chæropotamus Depereti*, *Hyænodon Requièni* et *Heberti*, *Adapis magnus*, *Necrolemur Edwardsi*, si on les compare aux espèces ancestrales plus petites des faunes lutéciennes et bartoniennes.

La faune d'Euzet se sépare toutefois très nettement des faunes classiques du Ludien supérieur de Montmartre et de Gargas par plusieurs caractères; parmi lesquels le plus saillant est la persistance du rameau des *Hyracothéridés*, représenté à Euzet par le type le plus évolué et le plus homéodonte de la famille, le genre *Lophiotherium*, complètement éteint dans les gîtes du Ludien supérieur. On peut en outre séparer ces deux horizons fauniques par d'autres caractères : évolution moins avancée des prémolaires à Euzet chez les *Palæotherium* et les *Plagiolophus*; taille moindre

des représentants de quelques rameaux: *Xiphodon*, *Chæropotamus*, *Cebochærus*. Enfin un certain nombre d'espèces et même de genres sont plus particuliers à l'horizon d'Euzet et ne se retrouvent pas plus haut: *Anchilophus Dumasi*, *Dacrytherium ovinum*, *Leptotheridium Lugeoni* (genre et espèce), *Haplobunodon Picteti*, *Haplomeryx Picteti*, *Dichodon cervinum*, *Chæropotamus Depereti*, *Cebochærus minor*, *Hyænodon Heberti*, *Quercytherium tenebrosus* (genre et espèce), *Adapis magnus*, *Necrolemur Edwardsi*.

Pour ces divers motifs, la faune d'Euzet mérite de devenir le *gisement type* d'un horizon faunique particulier, qui correspond à la partie inférieure de l'Éocène supérieur, c'est-à-dire au Ludien inférieur.

Il n'existe en France aucun autre gisement de même âge dans les terrains stratifiés et datés géologiquement, si l'on excepte quelques rares débris de Paléothéridés recueillis dans les masses inférieures du gypse parisien (Argenteuil).

Il n'en est pas de même en Angleterre où la faune d'Euzet se trouve bien représentée, avec des éléments presque identiques, mais moins riche en espèces, dans les Headon-beds d'Hordwell (Hampshire) et leurs équivalents dans l'île de Wight.

A Hordwell ont été recueillis les espèces suivantes: *Plagiolophus annectans*, *Dacrytherium ovinum*, *Haplobunodon Picteti*, très caractéristiques de l'horizon d'Euzet. En outre le genre *Dichodon* y est représenté par une plus forte espèce, le *D. cuspidatum*. De même à Binsted (Ile de Wight) a été recueilli le *Dichodon cervinum* identique à la forme d'Euzet.

En dehors des gisements stratifiés, la faune d'Euzet se trouve certainement représentée un peu partout dans le complexe de la *faune des phosphorites du Quercy*. Il faut faire à cet égard une mention toute spéciale du gisement de Lamandine, où une poche de calcaires marneux, à faciès différent des gisements habituels des autres poches de phosphorites a fourni, selon M. Stehlin, les espèces les plus caractéristiques d'Euzet et d'Hordwell, telles que: *Lophiotherium cervulum*, *Plagiolophus annectans*, *Anchilophus Dumasi*, *Chæropotamus Depereti*, *Cebochærus minor*, *Dacrytherium ovinum*, *Dichodon cervinum*. On peut donc dire qu'il existe entre les gisements d'Euzet et de Lamandine une identité à peu près complète.

FAUNE SAUMATRE DU SANNOISIEN DU GARD

PAR **F. Roman**

PLANCHES XXII à XXIV.

Les très nombreux fossiles saumâtres et d'eau douce du bassin d'Alais sont encore très mal connus malgré le travail de Fontannes sur ce sujet. La description sommaire de la faune du groupe d'Aix de cet auteur est tout à fait insuffisante bien qu'accompagnée de planches photographiées. Les types d'espèces nouvelles sont pour la plupart des moules externes moulés grossièrement avec du mastic et souvent colorés artificiellement. Ces spécimens qui se trouvent actuellement à Paris dans les Collections de l'École des Mines ont été mis à ma disposition grâce à l'obligeance de M. Henri Douvillé qui a bien voulu m'autoriser à étudier les originaux des planches de Fontannes. Je tiens à lui en exprimer ici toute ma gratitude.

Les matériaux qui ont servi à cette étude ont été recueillis par moi-même à Saint-Césaire-de-Gauzignan sur les points visités par la Société géologique et dans quelques autres localités de la même région.

A ces échantillons j'ai joint l'étude de très nombreux spécimens provenant des environs de Beaucaire (Butte Iouton, entre Beaucaire et Comps). Les calcaires oolithiques très fins de cette dernière localité ont été explorés pendant de longues années par Nicolas d'Avignon, par Pellat, par Allard de Tarascon, et par M. le Dr. Julian de Beaucaire.

J'ai eu entre les mains la presque totalité des matériaux recueillis sur ce point, la collection Nicolas ayant été acquise par l'Université de Lyon, et les collections Allard et Julian m'ayant été communiquées avec la plus grande complaisance par leurs propriétaires. Je les prie d'accepter tous mes remerciements pour l'aide qu'ils ont apportée à mon travail.

Seules ont été décrites dans cette étude les espèces représentées par des échantillons pourvus de leur test et dont les bouches sont entièrement préservées. Il y a donc une certaine quantité d'espèces dont la description a été omise faute de matériaux suffisants. J'espère pouvoir un jour combler cette lacune.

NERITINA LAUTRICENSIS NOULET var. *SAUVAGESI* FONTANNES

Pl. XXII, fig. 10, 10a, 10b, 10c.

1870-1875. *Neritina lautricensis* NOULET, in SANDBERGER. Land. u. Süsw. Conch., p. 302, pl. xvii, fig. 16, 16a.1884. *Neritina lautricensis* NOUL. var. *Sauvagesi* FONT. Malacologie du groupe d'Aix¹, p. 35, pl. v, fig. 9-10.

Diagnose d'après les échantillons de la butte Iouton près Beaucaire.
Coquille semi-globuleuse, à spire courte composée de trois tours, les premiers peu saillants, le dernier formant presque toute la hauteur de la spire. Ce dernier est très globuleux, déprimé vers la suture, un peu déjeté à l'extrémité. Bouche semi-lunaire, à septum columellaire plan, à bord non denté, recouvrant d'une callosité épaisse la région ombilicale, et bien limité par un léger sillon. Labre un peu épais, légèrement déprimé en arrière, un peu plus convexe en avant, se raccordant à la callosité par une courbe continue. Ornementation nulle, sauf quelques légers sillons d'accroissement dans le voisinage de la bouche.

Rapports et différences. — L'espèce décrite ci-dessus diffère de la forme type du bassin de la Garonne par sa spire plus élevée, et à tours plus détachés et par sa callosité plus forte. Ces différences sont suffisantes pour maintenir le nom de variété *Sauvagesi*, proposé par Fontannes pour des échantillons de Barjac et de Saint-Jean-de-Maruéjols appartenant au même niveau. Les types de Fontannes (moules externes), sont de plus petite taille que ceux de Beaucaire et ont une spire encore plus détachée. Les échantillons de la butte Iouton n'ont pas conservé d'ornementation colorée et sont assez fortement épaissis par le calcaire.

L'absence de dents au septum columellaire rapproche cette espèce du groupe de *Neritina Laubrierei* COSSM. du Thanétien de Chenay².

NERITINA CRYPTOSPIRODES FONTANNES.

Pl. XXII, fig. 11, 11a.

1884. *Neritina cryptospirodes*. FONTANNES. Descript. Mal. du groupe d'Aix, p. 35, pl. v, fig. 1-8.

Diagnose d'après des échantillons de Saint-Césaire-de-Gauzignan.
— Coquille de petite taille, pisiforme, globuleuse, à spire très déprimée. Tours au nombre de trois, séparés par des sutures bien marquées, les premiers sont aplatis ou légèrement convexes, le dernier très grand occupe à peu près toute la hauteur de la coquille ; il est très globuleux et déprimé vers la suture. — Ouverture semicirculaire, un peu

1. F. FONTANNES. Études pour servir à l'Histoire de la période tertiaire dans le Bassin du Rhône, Et. VIII, 2^e partie.

2. COSSMANN et PISSARRO. Iconographie des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris, pl. v, fig. 39-3.

plus haute que large. Septum très déclive, bord columellaire non denté, légèrement concave. — Callosité peu développée se raccordant insensiblement avec le reste de la coquille. — Labre mince, peu convexe en arrière, à courbure plus accusée en avant. — Ornementation variable composée d'une série de petites lignes brunâtres, délimitant de petites taches ovalaires blanches irrégulières.

Rapports et différences. — Cette espèce se distingue bien de la précédente par sa spire très surbaissée, son labre beaucoup plus mince, sa callosité ombilicale moins épaisse se raccordant avec la coquille sans sillon intermédiaire.

Les types de Fontannes sont des moulages de cavités laissées par la coquille. Les tours de la spire sont tout à fait identiques comme forme et proportions à ceux des exemplaires de Saint-Césaire. Le dernier tour me paraît néanmoins un peu plus élevé.

Cette espèce signalée à Massargues, Issirac, Barjac, Orgnac et Laval-Saint-Roman par Fontannes, se trouve, en échantillons pourvus de leur test et dont la coloration est conservée, à Saint-Césaire-de-Gauzignan dans les marnes à *Melanoïdes albigensis*.

ASSIMINEA NICOLASI n. sp.

Pl. XXIII, fig. 6, 6a, 6b, 6c.

Diagnose d'après des exemplaires de la butte Iouton, Collection Nicolas. Coquille conique turriculée, composée de cinq à six tours assez convexes que sépare une suture assez profonde. Dernier tour assez grand occupant un peu plus de la moitié de la longueur totale, arrondi et sans fente ombilicale. Ouverture ovalaire, légèrement anguleuse en arrière, bordée d'un péristome un peu épaissi et continu. Labre simple un peu évasé à l'extérieur et non sinueux.

Dimensions. — Long., 4 mm. ; diamètre, 2 mm.

Rapports et différences. — Cette espèce est très fréquente à la butte Iouton (Coll. Nicolas et Allard) et se rapproche de l'*Hydrobia crassilabris* DESH.¹, classée à juste titre par M. Cossmann dans le genre *Assiminea*. La forme de Beaucaire qui possède une bouche ovalaire à labre très légèrement déversé en dehors et qui n'a pas de fente ombilicale me paraît aussi se rapporter à ce genre.

L'*A. crassilabris* diffère de l'*A. Nicolasi* par la forme de son avant-dernier tour plus renflé et sa spire un peu plus courte. *A. contracta* Coss. du Bartonien de Mont-Saint-Martin² un peu plus conique à une bouche un peu plus élargie que notre type, elle est aussi de taille un peu plus forte.

1. DESHAYES. Anim. sans vert., p. 494, pl. xxxv, fig. 40-42. — COSSMANN et PISSARRO. Iconogr., pl. XIII, fig. 83-5.

2. COSSMANN et PISSARRO. Icon., pl. XIII, fig. 83-2.

VIVIPARUS SORICINENSIS NOULET

1870-75. *Paludina soricinenensis* NOULET, in SANDBERGER. Land. u. Süßsw. Conch. p. 303.

1884. *Vivipara soricinenensis* NOUL. in FONT. Groupe d'Aix, p. 38, pl. IV, fig. 10-14.

Cette espèce est assez rare dans les couches à *Melanoïdes albigensis* du Gard. Je n'en connais de bien typiques que de Saint-Césaire de Gauzignan, de taille plus forte que les types de Lautrec. Les tours bien arrondis s'accroissent assez rapidement; les sutures assez profondes détachent bien les tours.

Un autre exemplaire de cette espèce (moule externe) m'a été communiqué par M. le Dr. Julian et provient des bancs les plus supérieurs de la butte Iouton au contact de la mollasse burdigalienne. Ce spécimen bien typique est de taille un peu plus faible que ceux de Saint-Césaire. Fontannes a signalé et figuré *N. lautricensis* de Barjac, de Saint-Jean-de-Marvéjols et de Célas.

Je rapprocherai cette espèce de *V. Hammeri* DEFR. du Lutétien de Bouxwiller, du Gard et de l'Hérault¹, qui en diffère par sa spire plus allongée, mais dont les proportions relatives des tours sont assez semblables. On peut aussi lui comparer *V. intermedius* du Bartonien d'Oulchy-le-Château² qui s'en rapproche par le méplat au voisinage de la suture.

HYDROBIA CELASSENSIS FONTANNES

Pl. XXIII, fig. 5, 5a.

1884. *Hydrobia pyramidalis* DESH. var. *celasensis* FONT. Mal. du gr. d'Aix, p. 33, fig. 32-42.

Diagnose d'après des échantillons de la butte Iouton. Coquille conoïde à spire élevée, aiguë. Tours au nombre de cinq à six s'accroissant lentement, un peu convexes, le dernier occupant un peu plus de la moitié de la longueur de la spire, séparés par des sutures peu obliques assez profondes. Dernier tour arrondi, à peu près aussi large que haut. Bouche ovalaire oblique, plus haute que large, anguleuse en arrière, péristome continu. Bord columellaire bien détaché du tour, concave, recouvrant une faible fente ombilicale. Labre mince, vertical, non réfléchi.

Dimensions. — Long., 3-5 mm.; largeur, 2 mm.

Rapports et différences. — Bien que les types de Fontannes, qui sont des moulages assez grossiers de cavités laissées dans le calcaire par ces fossiles, soient à peu près inutilisables, je crois cependant préférable de conserver la dénomination de variété donnée par cet

1. SANDBERGER. Land. u. Süßsw. Conch. Pl. XII, fig. 6-6b. — ROMAN. Faune lac. de l'Éoc. moyen. *Ann. Univ. de Lyon*, p. 19, pl. III, fig. 8-13.

2. DESHAYES. pl. XXXII, fig. 10-12 et COSSMANN. — PISSARRO. *Icon.*, II, pl. XIII, fig. 85-4.

auteur et de l'ériger en espèce plutôt que de compliquer encore la nomenclature en créant un nom nouveau. La description de Fontannes ne concorde pas d'ailleurs absolument avec les types, c'est ainsi qu'on peut lire que le dernier tour est plus *grand* que le reste de la spire et non plus *petit*. Les différences sont sensibles avec l'*H. pyramidalis* DESH.¹ à laquelle Fontannes rapporte son espèce. La spire est plus allongée, le dernier tour est moins développé. On peut aussi comparer *H. celasensis* à *Hydr. sextonus* LAMK.² du Lutétien dont la bouche est moins haute et le dernier tour moins grand, tandis que l'allongement de la spire est très analogue dans les deux espèces.

BITHINELLA (LARTETIA) RHODANICA n. sp.

Types de la butte Iouton (Coll. Univ. Lyon).

Coquille de petite taille, conique, allongée, composée de six tours à peine renflés, aplatis, à croissance très régulière, séparés par des sutures linéaires. — Dernier tour assez grand, peu renflé, occupant un peu plus de la moitié de la longueur de la coquille, pourvu d'une ouverture ovale un peu plus haute que large, légèrement anguleuse en arrière à péristome continu. Bord columellaire presque rectiligne, labre à peine sinueux en arrière, pas de fente ombilicale.

Dimensions. — Longueur, 3 mm. 5; largeur, 1 mm. 5.

Rapports et différences. — Je rapporte à cette nouvelle espèce quelques échantillons de la collection Nicolas et de la collection Allard qui, par leurs proportions, rappellent *Bithinella (Lartetia) cochlarella* DESH.³ du Thanétien. Cette espèce diffère de la forme de l'Oligocène par sa bouche un peu plus élargie et moins anguleuse en arrière, le dernier tour est aussi proportionnellement moins élevé et un peu moins renflé. Il est probable aussi que l'on doit rapporter cette espèce à la section *Lartetia*, bien que le labre ne soit qu'à peine sinueux près de la suture.

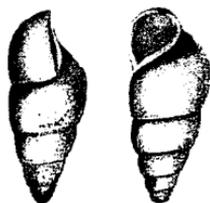


FIG. 1. — *Bithinella rhodania* n. sp. de la butte Iouton. — $\times 6$.

BITHINELLA (DIERETOSTOMA) MERIDIONALIS n. sp.

Types de la butte Iouton (Coll. Univ. Lyon). — Coquille de petite taille, conique, perforée, à spire assez courte, composée de quatre à cinq tours très convexes s'accroissant rapidement, séparés par des sutures profondes; le dernier tour très renflé occupant près des 2/3 de la longueur de la spire; bouche ovale à peine plus longue que

1. VOIR COSSMANN et PISSARRO. Icon., pl. XIV, fig. 86-7.

2. COSSMANN et PISSARRO. Icon., pl. XIV, fig. 88-5.

3. COSSMANN et PISSARRO. Icon., pl. XIV, fig. 88-10.

large, bien détachée, se projetant un peu en avant; péristome continu non anguleux en arrière, bord columellaire légèrement réfléchi en dehors, labre vertical.

Dimensions. — Long., 3 mm.; largeur, 1 mm. 5.

Rapports et différences. — La forme de la bouche très détachée du dernier tour m'engage à rapprocher cette espèce de la section des *Bithinella* créée par M. Cossmann sous le nom de *Dieretostoma*¹ dont le type est *Dieret. dissita* du Lutétien de l'Orme. Cette espèce qui se rapproche de celle du Languedoc par la forme de sa bouche presque ronde, ou tout au moins à peine plus haute que large² et dont le bord columellaire est un peu évasé, diffère par l'allongement de la spire. Les tours bien renflés offrent cependant une certaine analogie dans les deux espèces.



FIG. 2. — *Bithinella meridionalis*, n. sp., de la butte Iouton. — $\times 6$.

Je ne connais de cette espèce que quatre échantillons de la collection Nicolas provenant des bancs à *Hydrobites* de la butte Iouton près Comps.

STALIOA ALLARDI n. sp.

Pl. XXIV, fig. 1, 1a, 1b.

Type unique (Coll. Univ. Lyon). Butte Iouton. — Coquille de petite taille, globuleuse, à spire extrêmement courte composée de trois à quatre tours dont le dernier prend un énorme développement et forme la presque totalité de la hauteur de la coquille. Les premiers tours très réduits forment une petite spire à croissance rapide, tout à fait distincte du dernier qui s'élargit très brusquement. Sutures profondes. Bouche ovale un peu plus haute que large, à péristome continu, épaissi et évasé au dehors. Le bord columellaire bien détaché de la base de la coquille est un peu tordu; le labre oblique et à peine sinueux est bordé au dehors par un bourrelet bien accusé. La fente ombilicale est réduite, quoique bien apparente.

Dimensions. — Long. 5 mm., diam. 4 mm.

Rapports et différences. — Je ne connais pas de forme comparable à cette espèce dans l'Oligocène et je n'en ai sous les yeux qu'un exemplaire unique des environs de Comps communiqué par Allard à qui je me fais un plaisir de la dédier.

On peut comparer *S. Allardi* à *Euchilus pyrenaicus* NOULET, figuré par Sandberger³ du Miocène des Landes. Cette forme se distingue à première vue par sa spire plus haute et son dernier tour moins évasé. Cependant la forme du Gard possède une bouche ovale

1. Catal. illust. de l'Éoc. des env. de Paris, p. 225.

2. Icon. II, pl. XIV, fig. 88-12.

3. SANDBERGER, Land. u. Süßw. Conch., pl. xxv, fig. 34.

élargie à labre évasé en dehors bordé extérieurement par un bourrelet qui est presque identique à celle de l'*E. pyrenaicus*.

Il me paraît donc nécessaire de rattacher les deux espèces au même genre. Le genre *Euchilus* SANDBERGER ¹ est synonyme de *Stalioa* BRUSINA antérieur de plusieurs années ². C'est donc sous ce dernier nom que nous désignerons cette espèce, bien que la surface de la coquille soit lisse et non ornée de costules spirales comme la forme type du genre.

STALIOA COMPESENSIS n. sp.

Pl. XXIV, fig. 2, 2a, 2b.

Type unique de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — Coquille de petite taille, conique, à spire allongée, à accroissement régulier, à spire composée de cinq à six tours, les premiers très légèrement imbriqués. Partie postérieure du tour presque plane, partie antérieure très légèrement carénée. Tours séparés par des sutures profondes dont l'obliquité augmente en se rapprochant de la bouche. Dernier tour occupant à peu près les 2/3 de la longueur de la coquille, subplan vers la partie antérieure, arrondi vers la base. Bouche grande, ovale, un peu versante en avant, péristome continu, bord columellaire appliqué sur la base de la coquille, recouvrant complètement la fente ombilicale. Labre évasé en dehors, épaissi sur le bord, légèrement échancré à son extrémité postérieure.

Dimensions. Long. 9 mm., diam. 4 mm.

Rapports et différences. — La seule espèce qui rappelle de loin cette espèce est le *Stalioa Deschiensi* DESH. ³ de l'Éocène moyen qui est de taille légèrement inférieure et qui en diffère par la forme de la spire dans les tours sont arrondis et non aplatis et subcarénés comme dans l'espèce du Gard. La bouche est aussi moins détachée du dernier tour et ne présente pas d'échancrure à la base du labre. La fente ombilicale est très cachée dans notre espèce et la surface de la coquille entièrement lisse, tandis qu'elle est en général striée longitudinalement dans le genre *Stalioa*.

BITHINIA UGERNENSIS ⁴ n. sp.

Pl. XXIII, fig. 8, 8a, 8b, 8c.

1884? *Bithinia Monthiersi* CAREZ, var. *elachyspira* FONT. Malac. du groupe d'Aix, p. 31, pl. iv, fig. 15-16.

1. SANDBERGER. Type *E. Desmaretii*, C. PREV.

2. Voir FISCHER. Man. de Conch. p. 731 et COSSMANN, derniers Suppléments et Iconographie.

3. DESHAYES. T. II, p. 33, fig. 18 et 21. — COSSMANN et PISSARRO. Icon. II, pl. XIV, fig. 90-2.

4. De *Ugernum*: Beaucaire.

Types de Comps, butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — Coquille à spire courte, globuleuse, formée de cinq tours s'accroissant rapidement, le dernier formant plus des $\frac{2}{3}$ de la longueur totale, séparés par des sutures profondes. Les premiers tours sont assez convexes et régulièrement arrondis. Le dernier très grand et bien détaché du reste de la spire, fente ombilicale bien marquée, profonde, obronde. — Bouche ovulaire grande, anguleuse en arrière, labre mince, légèrement réfléchi, vertical. — Columelle subrectiligne, laissant à découvert la fente ombilicale.

Dimensions. Long., 3 mm. ; diam., 3 mm.

Rapports et différences. — Cette espèce est très abondante dans le gisement de Comps (Coll. Allard, Nicolas) ; elle est de plus grande taille que *Bith. Monthiersi* CAREZ¹ à laquelle elle a souvent été assimilée. Elle diffère de cette espèce par sa spire plus courte, ses tours séparés par des sutures plus profondes, sa bouche plus anguleuse en arrière.

Peut-être est-ce cette forme que Fontannes a eue en vue lorsqu'il a décrit sa variété *elachyspira*. Mais les échantillons types de cette variété sont très petits et les figurations qu'il en a données sont très insuffisantes. Peut-être les échantillons de Célas sont-ils des jeunes de l'espèce de Comps.

Ce n'est qu'avec doute que je rapporte cette espèce au genre *Bithinia* ; il est plus probable, étant donné l'épaississement et la forme évacuée de l'ouverture buccale, que cette espèce doit se rapprocher davantage du genre *Stalioa* ; mais elle diffère de ce dernier par l'absence de bourrelet externe autour du péristome.

BITHINIA OXISPIRIFORMIS n. sp.

Pl. XXIII, fig. 7, 7a, 7b.

Types de Saint-Césaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — Coquille de petite taille courte, conique, à spire composée de quatre tours un peu convexes, à croissance régulière, séparés par de profondes sutures canaliculées. Dernier tour très grand, occupant un peu plus des $\frac{3}{4}$ de la longueur totale de la spire, à base convexe très légèrement anguleuse, perforé au centre d'un ombilic profond et étroit. Bouche grande, ovulaire, plus haute que large, un peu anguleuse en arrière, à péristome mince, continu, labre droit mince, bord columellaire mince et réfléchi sur l'ombilic qu'il recouvre en partie.

Dimensions. — Long., 3 mm. ; diam., 2 mm.

Rapports et différences. — Cette espèce me paraît être dans le Sannoisien la forme représentative de *B. oxispira* Coss. du Bartonien du bassin parisien. Elle s'en rapproche beaucoup par sa forme générale. L'espèce du Bartonien est un peu plus obtuse, sa base est plus arrondie que celle de *B. oxispiriformis*. La suture bien qu'assez profonde

1. CAREZ. *B.S.G.F.*, (3), VIII, p. 466, pl. XIV, fig. 19-20.

et canaliculée, n'est pas bordée d'une petite rampe ainsi que l'indique M. Cossmann dans sa description¹. Cette espèce se rattache au genre *Bithinia* s. str. par son péristome mince et son labre aigu.

Je rattacherai à cette espèce une série d'échantillons de très petite taille provenant de Saint-Maurice de Gourdan et qui me paraissent être les jeunes de cette espèce (pl. XXIII, fig. 9, 9a, 9b, 9c).

JULIANIA n. gen.².

Coquille imperforée, lisse, conique, à tours assez nombreux, spire allongée à croissance régulière, ouverture ovale oblique, bien détachée de la spire, à péristome continu un peu épais, mais non réfléchi, à labre non sinueux.

Ce genre nouveau qui se place dans le voisinage des *Stenothyra* en diffère par sa forme allongée et très conique, tandis que la plupart des formes de ce genre sont courtes et à tours peu nombreux. Il s'en rapproche par la forme de son ouverture bien détachée de la spire et à péristome continu à labre simple.

On peut aussi rapprocher ce genre des *Nematurella*³ dont la coquille est assez allongée et dont la bouche ressemble à celle des *Stenothyra*, mais dont le labre est sinueux au lieu d'être droit.

JULIANIA EXPANSA DEPÉRET in coll.

PL. XXIII, fig. 3a, 3b, 3c.

Nematurella expansa DEP. in *Coll. Univ., Lyon*.

Types : *Coll. Nicolas, Univ. de Lyon*. — Coquille de petite taille à spire allongée, non tronquée, composée de six tours peu convexes, s'accroissant régulièrement, le dernier occupant les 3/5 de la longueur totale, séparés par des sutures obliques, bien marquées. Ouverture ovale plus longue que large, oblique, légèrement anguleuse en arrière, bien détachée de la spire, pourvue d'un péristome continu un peu épaissi. Bord columellaire rectiligne, oblique, bien séparé de la base du tour, labre arrondi, non sinueux, oblique.

Rapports et différences. — Cette petite forme que je choisis comme type du genre *Juliania* se distingue facilement par son ouverture contractée, bien détachée du dernier tour et dont le péristome est assez épais, quoique non réfléchi et non bordé.

Les calcaires de la butte Iouton renferment une forme voisine, *J. Nicolasi* n. sp., qui est plus rare, dont le mode d'allongement est à peu près le même, mais qui diffère par la forme de la bouche encore plus détachée de la spire, et de forme presque quadrangulaire, tandis qu'elle est ovale allongée dans *J. expansa*.

1. COSSMANN. Catal. Éoc. t. III, p. 228, pl. VIII, fig. 40 et pl. XI, fig. 36. — COSSMANN et PISSARRO. Icon., pl. XIV, fig. 91-3.

2. Dédié au Dr. Julian, de Beaucaire.

3. *Nematurella* SANDBERGER 1874, type *N. flexilabris*. Land u. Süssw. Conch. p. 575, pl. XX, fig. 24.

JULIANA NICOLASI n. sp.

Pl. XXIII, fig. 4, 4a,

Types de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon).

Coquille de petite taille à spire allongée, composée de cinq tours peu convexes à croissance régulière, le dernier occupant environ les $\frac{3}{5}$ de la longueur totale séparés par des sutures obliques assez profondes. — Ouverture subquadrangulaire, très rétrécie, très détachée de la spire, entourée d'un péristome continu, à bord columellaire arrondi; labre très convexe, recourbé presque à angle droit vers la partie supérieure, non sinueux et vertical.

Rapports et différences. — Cette espèce dont je n'ai eu entre les mains que quatre exemplaires de la collection Nicolas est assez voisine de la précédente par la forme de la spire, elle est pourtant un peu moins effilée, l'ouverture buccale est surtout très différente; elle est encore plus rétrécie et plus détachée du tour; elle a une forme quadrangulaire au lieu d'être ovale arrondie et sa partie postérieure n'est qu'à peine rétrécie au lieu d'être anguleuse comme dans *J. expansa*.

NYSTIA PLICATA D'ARCHIAC et VERNEUIL

Pl. XXIII, fig. 1, 1a.

1855. *Cyclostoma plicatum* D'ARCH. et VERN. *B. S. G. F.* (2), II, p. 336.1864. *Bithinia plicata* D'ARCH. et VERN. in DESHAYES. *An. sans vert.* t. II p. 497, pl. xxxiii, fig. 28-30.*Diagnose d'après des échantillons de Saint-Césaire de Gauzignan.*

— Coquille ovale oblongue, à spire courte, tronquée, composée de quatre tours après la troncature, séparés par des sutures simples, linéaires, profondes. Tours convexes, bien étagés, à croissance rapide, le dernier occupant les $\frac{2}{3}$ de la coquille, ornés de plis longitudinaux bien accusés, réguliers, équidistants, naissant à une certaine distance de la suture en laissant entre celle-ci et leur commencement une surface lisse; les côtes atteignent leur maximum de saillie au milieu de la largeur du tour, puis s'abaissent jusqu'à la suture où ils disparaissent parfois complètement. Sur la base du dernier tour, ils s'évanouissent au voisinage de la columelle. Près de la bouche, dans le voisinage du labre, les côtes s'espacent et disparaissent complètement. Ouverture ovale oblique, péristome épaissi continu, subanguleux en arrière, bord columellaire recouvrant complètement la fente ombilicale. Labre bordé en arrière par un bourrelet assez épais.

Dimensions. — Longueur, 6 mm.; diam., 3 mm.

Rapports et différences. — Les échantillons des couches à *Melanoïdes albigenis* de Saint-Césaire de Gauzignan sont absolument conformes aux spécimens d'Étampes figurés par Deshayes.

N. plicata var. *Daxi* FONT. ¹ diffère de la forme de Saint-Césaire par ses tours un peu plus renflés, ses sutures plus profondes et le méplat oblique s'étendant entre la partie terminale des côtes et la suture. La bouche est aussi plus ovale et plus large. Dans les échantillons types de Fontannes les tours sont plus arrondis et les côtes moins accusées. L'ensemble de la spire est aussi plus allongé.

Cette espèce se retrouve dans les calcaires de la butte Louton, mais les échantillons, bien que typiques, ne sont pas tronqués (Coll. Allard).

N. plicata a été signalée dans les calcaires à *Striatelles* de la Limagne par M. Giraud, témoignant de l'extension considérable de cette espèce, depuis le bassin de Paris jusqu'en Languedoc.

NYSTIA VARDONICA n. sp.

Pl. XXIII, fig. 2, 2a, 2b, 2c.

Diagnose d'après des échantillons de Saint-Maurice-de-Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — Coquille ovale, oblongue, subcylindrique, à spire tronquée de trois tours à trois tours 1/2 après la troncation, séparés par des sutures linéaires profondes. Premiers tours légèrement convexes, le dernier occupant environ les 2/3 de la longueur totale, plus grand que l'avant-dernier. Ouverture ovale évasée, oblique, subanguleuse en arrière, péristome épaissi continu, bord columellaire recouvrant la fente ombilicale, labre épais non échancré, droit, très évasé.

Dimensions. — Longueur, 4 mm.; largeur, 2 mm. 5.

Rapports et différences. — Cette espèce est le représentant dans le Sannoisien inférieur de *N. Duchasteli* NYST., dont une forme *Nystia crassilabrum* MATH. ² est abondante dans les calcaires à *Striatelles* de la Provence et de Vaucluse.

N. vardonica diffère de *N. Duchasteli* de Klein-Spawen par sa taille un peu plus faible, son dernier tour égal à l'avant-dernier et non renflé, sa spire plus cylindrique, sa bouche plus allongée et peut-être aussi moins déjetée en dehors.

La forme *crassilabra* de Vaucluse est de taille un peu plus forte, les tours sont séparés par des sutures plus profondes, l'avant-dernier est comme dans *N. Duchasteli* plus grand que le dernier.

Les échantillons de Fontannes à l'état de moulages de cavités, sont voisins de ceux de Saint-Césaire et me paraissent devoir être rattachés à la même espèce, mais différer de la forme de Matheron. Ces exemplaires sont un peu déformés et ont des tours moins renflés que ceux de Saint-Césaire.

Au point de vue stratigraphique on peut considérer ce groupe de formes comme représentant une série continue représentée dans le Lutétien du bassin parisien par *N. microstoma* DESH., dans le Barto-

1. FONTANNES. Malac. du gr. d'Aix, p. 32, pl. IV, fig. 17-26.

2. MATHERON. Cat. Méthodique : *Cycl. crassilabra* pl. 35, fig. 18-21, p. 211. — FONTANNES. Mal. du gr. d'Aix : *N. Duchasteli* var. *crassilabrum* MATH. pl. IV, fig. 27-31.

nien par *N. polita* Edw. Les formes du Sannoisien seraient *N. vardonica*, auquel succède dans le Sannoisien supérieur *N. crassilabrum* et enfin dans le Stampien *N. Duchasteli*, très répandu dans le bassin parisien et la Belgique.

Les formes du Sannoisien du Plateau Central (Limagne) se rapprocheraient davantage selon M. Giraud ¹ des formes du Midi de la France bien qu'elles soient un peu plus grandes.

Les échantillons figurés proviennent de Saint-Maurice-de-Gourdan, où cette espèce est très abondante au-dessous du niveau des grès de Célas. Elle est accompagnée dans ce gisement de nombreux *Melanopsis romejacensis*, *Cyrena Carezi*, etc.

MELANIA (EUMELANIA) JULIANI DEPÉRET in coll.

Pl. XXII, fig. 7, 7a, 7b, 7c, 7d.

Melania Juliani DEPÉRET in coll. Univ. de Lyon.

Types de la butte Iouton. — Coquille turriculée à spire composée de six à sept tours légèrement convexes, plus déprimés vers la suture, surface du tour complètement lisse. Sutures profondes peu obliques. Le dernier tour occupe le 1/3 de la longueur totale de la spire, les autres sont un peu plus larges que haut. Ouverture ovale peu allongée, à peine versante en avant, à peine canaliculée en arrière ; labre sinueux, peu épais, un peu proéminent en avant, légèrement échancré en arrière. Bord columellaire bien défini ne laissant pas de trace de fente ombilicale, quelques légers sillons résultant des accroissements successifs de la coquille se voient près de la bouche.

Rapports et différences. — Cette espèce qui est moins abondante que *Melania barjacensis*, est cependant assez fréquente aux environs de Beaucaire à la butte Iouton d'où provient le type de l'espèce donné par le Dr. Julian de Beaucaire. La collection Nicolas (Univ. de Lyon) contient aussi de nombreux spécimens de cette espèce provenant de la même localité.

Cette espèce diffère de toutes les autres espèces de ce niveau par l'absence complète de stries ou de tubercules. Je crois cependant devoir la rapporter au genre *Eumelania* ROVERETO ² dont le galbe est très voisin de celui de l'espèce du Gard. La bouche diffère cependant par une échancrure du labre.

MELANIA (EUMELANIA) VARDONICA FONTANNES ³.

Pl. XXII, fig. 6, 6a, 6b, 6c, 6d.

1884. *Striatella vardonica* FONTANNES. Faune malac. du gr. d'Aix, p. 22, pl. II, fig. 41-43.

1. GIRAUD. Description géol. de la Limagne. *Bull. Carte géol. Fr.*, 1902, p. 95.

2. ROVERETO. In COSSMANN. *Paléochonchol.*, 8^e liv. p. 131.

3. Bien que Fontannes ait employé le nom de *vardonica*, il est préférable de lui substituer le nom de *vardonica*, de *Vardo* : le Gard.

Diagnose d'après un échantillon de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — Coquille turriculée, médiocrement allongée, à spire assez courte, composée de six à sept tours peu convexes, disposés légèrement en gradins s'accroissant rapidement, le dernier arrondi en avant, égal au $\frac{1}{3}$ environ de la longueur totale. Suture assez profonde, à peine oblique. Surface des tours ornée de forts plis longitudinaux larges, arrondis, subrectilignes, dirigés un peu obliquement, séparés par des intervalles à peu près égaux à eux-mêmes, visibles jusque sur les tours embryonnaires. Ces plis qui sont à peu près de même importance sur toute la largeur des premiers tours s'effacent très rapidement sur le dernier qui, par suite, devient presque lisse dans le voisinage du labre. Ouverture ovale à peine versante en avant, et très faiblement canaliculée en arrière. Labre mince, lisse, légèrement sinueux. Bord columellaire extrêmement mince, recouvrant complètement la région ombilicale.

Rapports et différences. — Parmi les espèces voisines décrites par Fontannes, il convient de citer *Striatella pycnoptycha*, qui lui ressemble beaucoup par la forme de la spire et qui en diffère surtout par ses côtes fines et serrées, tandis qu'elles sont plus arrondies et plus largement espacées dans *E. vardinica*. Dans le même groupe *Str. ostrogallica* FONN., a des tours plus allongés, plus nombreux, et à ornementation plus serrée. Remarquons en passant que les types de ces diverses espèces de Fontannes sont tout à fait insuffisants et consistent en moulages assez grossiers de cavités laissées par les fossiles.

On peut aussi comparer cette espèce à *Melania Vidali* COSSM. de l'Éocène moyen des Pyrénées catalanes¹ qui est à peu près de la même taille, mais elle est plus trapue, les tours de spire sont moins nombreux et l'ornementation comporte des cordons spiraux dans *Melania vardonica*.

Je ne connais d'échantillons de cette espèce munis de leur test que de Saint-Maurice-de-Gourdan, sous les grès de Célas.

MELANIA (TAREBIA) BARJACENSIS FONTANNES

Pl. XXII, fig. 1, 2, 3, 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g.

1884. *Striatella barjacensis* FONTANNES. Mal. du gr. d'Aix, p. 19, pl. II, fig. 13-25.

Diagnose d'après des topotypes de Barjac. — Melanidé de taille moyenne, spire longue, turriculée, de huit à neuf tours convexes, séparés par des sutures de plus en plus profondes. — Tours embryonnaires arrondis et lisses, les autres disposés en gradins et ornements de cordons longitudinaux et d'aspérités transverses donnant vers la suture une ou deux rangées de petits tubercules. Dernier tour occupant environ le $\frac{1}{3}$ de la longueur totale. — Surface des tours ornée de cordons spiraux croisés par des plis longitudinaux légèrement sinueux se

1. COSSMANN. Moll. éoc. del Pireneo catalan, pl. VIII, fig. 32-35 et pl. X, fig. 8-9.

renflant un peu jusqu'au cordon postérieur au delà duquel ils s'atténuent de nouveau, les cordons sont au nombre de quatre sur les tours recouverts, le premier vers la suture antérieure lisse, les autres de plus en plus granuleux jusqu'au dernier qui forme une rangée de tubercules bien accusés, un peu en avant de la suture postérieure; le dernier tour porte de plus quatre ou cinq cordons lisses diminuant progressivement d'importance. — Ouverture ovale allongée, peu versante en avant. Columelle lisse se raccordant sans échancrure avec le contour supérieur. Bord columellaire très mince, vernissé dans la région ombilicale qu'il recouvre à peu près complètement sauf une très légère gouttière à peine sensible.

Variations. — Les très nombreux exemplaires pourvus de leur test, et entièrement dégagés, que j'ai pu recueillir dans la localité type permettent de distinguer un certain nombre de variations de cette espèce polymorphe dont la plupart ont été figurées par Fontannes.

On peut distinguer les variétés suivantes :

Variété A) Spire allongée plus ou moins grêle avec atténuation des tubercules, l'ornementation se réduit à des cordons spiraux lisses sauf le dernier qui est toujours tuberculeux. A cette forme se rattachent les exemplaires de Fontannes, fig. 24 et 25 (pl. XXII, fig. 4d).

Variété B) Les deux derniers cordons portent les tubercules les plus accusés (pl. XXII, fig. 4e).

Variété C) Le premier et le troisième cordon sont des tubercules plus développés (pl. XXII, fig. 4f).

Variété D) L'ornementation longitudinale prédomine de beaucoup sur l'ornementation spirale (pl. XXII, fig. 3, 3a, 3b, 3c, 4g).

Ces diverses formes passent d'ailleurs de l'une à l'autre et il est difficile, sinon impossible, de les différencier quand on possède un nombre suffisant d'échantillons des environs de Barjac.

Cette espèce est aussi très abondante aux environs de Beaucaire à la butte Iouton. Ces échantillons ont tous pour caractère commun d'être de plus grande taille et à test plus épais que ceux de Barjac, mais leur ornementation assez variable peut aisément se rapporter aux types principaux que je viens d'indiquer. Parfois l'ornementation longitudinale prédomine et, dans ce cas, le profil du tour est plus arrondi; ils passent ainsi progressivement à *Melania Juliani* dont les tours sont complètement lisses.

Rapports et différences. — Au point de vue générique, je placerais cette espèce dans le genre *Tarebia* H. et A. Adams, ainsi que l'a fait M. Cossmann¹, qui diffère surtout d'*Eumelania* par son ornementation muriquée.

Mel. barjacensis est très voisine de *Melania muricata* Wood, de la base de l'Oligocène de l'île de Wight². Elle en diffère surtout par sa spire plus élancée et ses tubercules moins accusés. Fontannes a ratta-

1. COSSMANN. Paleconch. 8^e liv., p. 124.

2. In SANDBERGER. Land. u. Suss. Conch. pl. xv, fig. 5-5b et pl. xx, fig. 6-6a.

ché à l'espèce d'Angleterre deux variétés, var. *orgnacensis* et var. *echinocarena*, qui sont représentées dans sa collection par des moulages de cavités. Ces deux formes me paraissent constituer des espèces distinctes, autant qu'on en peut juger d'après la mauvaise conservation des types; je n'en ai d'ailleurs pas retrouvé pourvues de leur test.

Mel. barjacensis est l'une des formes les plus constantes du Sannoisien inférieur du Gard et accompagne *Melanoïdes albigensis* dans tous les gisements.

MELANIA (JACQUOTIA) APIROSPIRA FONTANNES

Pl. XXII, fig. 8, 8a.

1884. *Melania (Jacquotia) apirospira* FONTANNES. Mal. du gr. d'Aix, p. 25, pl. v, fig. 36-40.

Diagnose d'après un échantillon, pourvu de son test, des Granges Richard, près de Vezénobre (Coll. Univ. Lyon). — Coquille turriculée extrêmement effilée, à spire très longue, souvent tronquée. Sur l'échantillon décrit, 8 tours (ce nombre peut atteindre 20 à 25 suivant Fontannes) séparés par des sutures linéaires très distinctes, peu profondes sur les premiers tours, plus accusées sur les derniers. Tours s'accroissant très lentement, un peu plus larges que hauts, les premiers un peu aplatis à la circonférence, les derniers arrondis. Dernier tour peu prolongé en avant, à peine égal au 1/10 de la longueur totale. Surface des tours lisses avec quelques stries d'accroissement peu apparentes dans le voisinage de la bouche. Ouverture ovale, peu versante en avant et à peine canaliculée en arrière. Labre peu sinueux, columelle lisse se raccordant sans échancrure avec le contour supérieur.

Rapports et différences. — Cette espèce n'a été représentée par Fontannes que d'après des moulages des creux laissés par la coquille dans les calcaires sannoisiens. C'est en effet à l'état de moules externes qu'on la rencontre ordinairement. En un seul point, aux Granges de Richard sur la route de Vezénobre à Saint-Césaire, j'ai rencontré des individus incomplets, mais munis de leur test. Un seul m'a donné une bouche entière, c'est l'exemplaire figuré. Il n'y a pas d'hésitation à assimiler ce spécimen à l'espèce de Fontannes qui se trouve dans la même région et au même niveau.

La bouche de cette espèce la rattache sans aucun doute aux *Melanidés*, bien que le labre soit un peu sinueux. Par l'allongement tout à fait exceptionnel de la spire, cette espèce, comme le pensait Fontannes, mérite de devenir le type d'un sous-genre nouveau auquel il a attribué le nom de *Jacquotia*¹.

Cette espèce qui est signalée par Fontannes à Laval-Saint-Roman, Orgnac, Massargues accompagne ordinairement *Cyrena Dumasi* et se

1. Voir la note au bas de la page 25 de FONTANNES.

trouve à la base du Sannoisien. Elle existe aux environs de Beaucaire, à la butte Iouton (Coll. Nicolas, Coll. Allard).

MELANOIDES ALBIGENSIS NOULET, variété *DUMASI* FONTANNES

Pl. XXII, fig. 9, 9a, 9b, 9c, 9d, 9e.

1884. *Melanoïdes albigensis* NOUL. var. *Dumasi* FONT. Mal. du gr. d'Aix, p. 26, pl. II, fig. 66 à 70, pl. 233, fig. 1-3.

Diagnose d'après des échantillons munis de leur test de Saint-Césaire de Gauzignan. — Coquille turriculée, allongée, à spire régulière, composée de quinze à dix-sept tours séparés par des sutures simples, premiers tours subaplatés, les derniers subanguleux avec une rampe un peu excavée au-dessous de la suture linéaire, le dernier tour un peu moins haut que la moitié de la longueur totale de la spire. Surface des premiers tours ornée de côtes longitudinales équidistantes, au nombre de 12-15 sur l'avant-dernier tour. Ces côtes sont légèrement arquées sur les tours jeunes et un peu obliques sur les suivants. Sur les derniers tours, ces costules sont remplacées par des rangées longitudinales de trois tubercules, les deux derniers reliés par des cordons spiraux. La rangée spirale, voisine de la suture porte des tubercules plus forts, légèrement épineux et allongés dans le sens longitudinal. Les cordons spiraux suivants portent des tubercules moins développés. Sur la base du dernier tour on peut compter de plus deux ou trois cordons spiraux faiblement tuberculés.

Ouverture ovale, subcanaliculée en arrière, versante en avant; labre sinueux vers l'angle postérieur qui est légèrement canaliculé, lisse à l'intérieur, portant un épaississement assez marqué à l'extérieur. Columelle excavée, lisse, calleuse. Bord columellaire appliqué sur la base, se raccordant sans échancrure avec le bord supérieur, couvrant complètement la fente ombilicale.

Rapports et différences. — Je rapporte cette espèce ainsi que l'a fait M. Cossmann et bien d'autres avant lui, au genre *Melanoïdes*, bien que M. Dollfus ait démontré dans son récent travail sur *Melania Escheri*¹ que ce nom doit être abandonné. Suivant ce paléontologiste le nom *Melanoïdes* doit remplacer celui de *Striatella* créé par Brot en 1871 pour les espèces du groupe de *Melania tuberculata*; cette dernière espèce étant déjà le type du *Melanoïdes* OLIVIER 1807. Il en résulterait que les espèces du groupe de *Melania aspirata*² n'ont plus de dénomination sous-générique.

Il y aurait donc là un nom nouveau à créer. Mais je crois préférable de conserver le nom de *Melanoïdes* très connu des Paléontologistes ainsi que l'a fait M. Cossmann. Il me paraîtrait tout à fait regrettable aussi de substituer le nom de *Melanoïdes* à celui de *Striatella* ce qui amènerait des confusions sans fin. Là encore M. Cossmann me

1. Bull. Serv. Cart. géol. Fr., n° 124, t. XIX, p. 107.

2. Génotype du genre *Melanoïdes* in COSSM.

semble avoir pris le meilleur parti en remplaçant le nom *Striatella* par *Eumelania*.

Quoi qu'il résulte de cette question de nomenclature, il est intéressant de comparer la forme du bassin d'Alais avec la forme type de l'Albigeois. Les échantillons typiques de Lautrec se distinguent de ceux de Barjac (variété *Dumasi* FONT.) par leur spire nettement scalariforme.

Les types de Fontannes de la variété *Dumasi* ont leurs tours un peu moins étagés, les côtes longitudinales sont un peu moins accusées surtout dans les premiers tours, les tubercules sont par contre plus développés que dans le type de l'espèce qui ne porte qu'un seul tubercule au voisinage de la suture.

La première figure de *Melanoïdes albigensis*¹, d'après un échantillon de Lautrec, porte une ornementation spirale plus forte que la majorité des individus de cette même localité et se rapproche en cela des échantillons du bassin d'Alais. Mais la disposition scalariforme des tours est assez différente.

M. occitanicus FONT.² diffère de la forme *Dumasi* par ses grandes épines et le nombre moindre des côtes transverses. Le nombre des côtes diminue encore dans *M. eucircodes* FONT.³ qui se trouve au même niveau dans le bassin d'Alais. Ces côtes sont au nombre de 5-7 par tour au lieu de 14 ou 15 et sont plus obliques.

M. albigensis est très étroitement apparenté, ainsi que l'a indiqué M. Dollfus, au *M. Lauræ*⁴ des environs de la Fontaine de Vaucluse et d'Apt qui occupe un niveau stratigraphique supérieur. Cette espèce se distingue bien par son angle spiral un peu plus ouvert dans les derniers tours qui sont un peu plus étagés⁵. Dans les premiers tours, la spire est très analogue, mais son ornementation est assez distincte : dans *Mel. Lauræ* il y a trois cordons spiraux au-dessous de la rangée de tubercules voisins de la suture, tandis qu'il n'y en a que deux dans le *M. albigensis* var. *DUMASI*. Ces cordons ne sont pas tuberculeux, tandis qu'ils sont très nettement interrompus et tuberculés dans l'espèce du Gard.

J'admets très volontiers la descendance proposée par M. Dollfus, faisant dériver *M. Escheri* de *Mel. Lauræ* et à son tour celle-ci de *M. albigensis*.

Répartition géographique et stratigraphique. — Cette espèce a été signalée par Fontannes à Célas, Monteils, Servas, Avejan, Saint-Jean de Marvejols, Massargues, Orgnac, Laval, Saint-Roman. Je l'ai recueillie à l'état de moules externes dans la plupart de ces localités où elle occupe un niveau très constant. A Célas, les bancs où elle se

1. SANDBERGER. Land. u. Süßw. Conch. p. 302, pl. xviii. fig. 12.

2. FONTANNES, Mal. Gr. d'Aix, pl. iii, fig. 4-9.

3. FONTANNES, pl. iii, fig. 10.

4. MATHÉRON. Catal. méthodique, p. 208, pl. xxxvi, fig. 22, 24.

5. Voir les figures de FONTANNES, pl. iii, fig. 11-13.

rencontre renferment *Anoplotherium commune* Ow. et *Paleotherium Mühlbergi* STEHL. Ces bancs doivent donc se placer à la partie supérieure de l'étage sannoisien.

A ces localités il faut ajouter Saint-Césaire de Gauzignan, seul point où cette espèce soit munie de son test, le mas de Puech d'Autel près de Nîmes, la butte Iouton près Beaucaire. Elle est partout associée à *Melania barjacensis*.

MELANOIDES OCCITANICUS FONTANNES

1884. *Melanoïdes occitanicus* FONTANNES. Le groupe d'Aix, p. 27, pl. III, fig. 4-9.

Cette espèce qui se distingue facilement de *M. albigensis* var. *Dumasi* par sa spire plus courte, ses côtes longitudinales moins nombreuses et plus fortes et pourvues d'épines acérées, mérite d'être conservée.

Je n'en connais que les moules externes de Barjac, de Laval Saint-Roman et des Fumades. Elle existe aussi dans la butte Iouton (Coll. Nicolas).

MELANOPSIS ROMEJACENSIS FONTANNES

Pl. XXIV, fig. 3, 3a, 3b, 4.

Diagnose d'après des échantillons de Saint-Maurice de Gourdan. — Coquille de taille moyenne ovoïde-conique à spire assez courte et légèrement conique, composée de 4-5 tours séparés par des sutures simples, superficielles, la dernière un peu irrégulière et entièrement lisse, et à peine convexes. Le dernier tour égal aux $\frac{3}{5}$ de la hauteur totale, déprimé en arrière, plus ovale vers la base qui est lisse, imperforée et qui porte une fasciole peu accusée. Ouverture oblongue assez large, labre mince, échancré en arrière, au point où il entre en contact avec la surface pariétale. Columelle excavée, bord columellaire portant une forte callosité vers l'angle postérieur, plus étroit mais assez saillant sur la base où il recouvre la fasciole. Échancrure basale assez large.

Rapports et différences. — Dans la diagnose qui précède, faite à l'aide de nombreux exemplaires de Saint-Maurice de Gourdan et des Granges de Richard, près de Vezénobre, on remarquera que le dernier tour a été considéré comme non caréné, contrairement à la diagnose et à la figure originale de Fontannes. Ce caractère ne me paraît pas constant, en effet, et si certains échantillons portent une carène mousse très nette, il est facile de constater que la majorité des échantillons ont au contraire un dernier tour très plan vers la suture, puis doucement arrondi jusque vers la base. Les autres caractères sont du reste si constants et si conformes à la description et à la figure de Fontannes, que je crois volontiers que les types figurés étaient des

formes un peu exceptionnelles. Il est nécessaire de maintenir le nom de variété donné par Fontannes à titre d'espèce, le *Melanopsis subulala* SANDBERGER¹ non Sow., n'ayant aucun rapport avec la forme type de Sowerby².

La forme du Gard ressemble d'ailleurs beaucoup, ainsi que le pensait Fontannes, au type de Sandberger.

Bien que cette espèce présente une assez forte échancrure à la partie postérieure du labre, je la maintiendrai dans les *Melanopsis* (*s. str.*) en la rapprochant des formes telles que *Mel. buccinoides* DESH.³ représenté dans les couches d'Headon Hill par *M. subfusiformis* MORRIS.

MELANOPSIS (STYLOSPIRULA) ACROLEPTA FONTANNES

Pl. XXIV, fig. 5, 5a, 5b, 5c, 5d.

Diagnose d'après des échantillons de Saint-Cézaire de Gauzignan.

— Coquille ovulaire allongée à spire longue, aiguë, à sommet styli-forme, puis extra-conique et ovoïdo-conique au dernier tour, composée de 8 à 10 tours étroits se recouvrant, séparés par des sutures plates superficielles, les dernières un peu irrégulières, s'accroissant lentement, plans ou légèrement sinueux, surface entièrement lisse. Dernier tour occupant un peu plus de la moitié de la longueur totale de la spire, un peu déprimée au-dessus de la suture, puis de galbe ovulaire jusqu'à la base unie et imperforée. La base se prolonge par un cou assez long portant une faible fasciole basale. Ouverture ovale oblongue assez étroite à labre mince assez profondément sinueux appliqué tangentiellement à l'avant-dernier tour sur une longueur égale environ au 1/4 de la hauteur de la bouche. Columelle peu tordue, légèrement infléchie à droite et se terminant en pointe contre l'échancrure basale. Bord columellaire calleux, la callosité assez large en arrière au point de jonction avec le labre se rétrécit peu à peu et se prolonge jusqu'à l'extrémité de la columelle, recouvrant incomplètement la fasciole basale.

Dimensions. — Longueur, 15 mm. ; largeur, 5 mm.

Rapports et différences. — L'espèce de Fontannes qui est assez fréquente dans le Sannoisien du Languedoc, appartient sans aucun doute au groupe des *Stylospirula* caractérisé par leur spire très élancée et à profil concave. Il existe comme dans la forme type du genre, une dépression légère accusée surtout par les lignes d'accroissement dans la partie supérieure du dernier tour. Les exemplaires de Saint-Cézaire sont en général plus petits que des types de Fontannes et sont un peu variables dans leur forme générale. Quelques exemplaires ont un dernier tour très ventru sans cesser d'avoir une spire très effilée. D'autres sont au contraire beaucoup plus élancés que le type. Les échantillons de la butte Iouton (Coll. Nicolas et Allard) sont un peu

1. SANDBERGER. Land. u. Suss. Conch. pl. 20-21.

2. SOWERBY. Min. Conch. t. IV, pl. 332, fig. 8.

3. DESHAYES. in COSSMANN et PISSARRO. Icon. pl. XIX, fig. 118-1.

plus forts et à test plus épais comme toutes les espèces de ce gisement. La spire est aussi un peu moins effilée, sans qu'il soit possible de les séparer spécifiquement.

Cette espèce me paraît être la forme représentative du *Mel. proboscidea* DESH. ¹ qui se distingue de *M. acrolepta* par sa taille un peu plus faible, sa spire un peu moins excavée et le développement un peu moindre de la callosité au voisinage du labre.

LIMNEA IOUTONENSIS n. sp.

Pl. XXII, fig. 12, 12a, 12b, 12c, 12d.

Types de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — Coquille à spire courte, à tours s'accroissant rapidement et très étagés, les premiers petits, de forme subquadrangulaire, aplatis dans le voisinage de la suture, le dernier occupant les $\frac{4}{5}$ de la longueur totale de la coquille. Ce dernier tour porte un méplat vers la suture. Ouverture ovale élargie, subquadrangulaire vers son angle postérieur, labre mince, se raccordant avec la spire par un angle presque droit. Pli columellaire apparent, mais peu accusé.

Dimensions. — Hauteur, 11 à 13 mm.; diam. du dernier tour, 7 à 9 mm.

Rapports et différences. — Cette Limnée est assez fréquente à la butte Iouton, seule localité d'où je la connais. J'ai eu sous les yeux une vingtaine d'échantillons d'âge divers provenant des collections qui m'ont été communiquées de ce point, et les caractères en sont très constants, montrant que l'on a bien à faire à une espèce distincte et non à des types exceptionnels.

On la reconnaît facilement à son galbe tout spécial résultant de la disposition scalariforme de ses tours qui portent un méplat presque horizontal au voisinage de la suture. Ce caractère joint à la forme élargie de la bouche qui est quadrangulaire en arrière et bien plus élargie qu'en avant permet de la distinguer de toutes les autres espèces de ce genre.

Quelques exemplaires, de plus grande taille que ceux qui ont été figurés, montrent que ces caractères s'accroissent encore avec l'âge et que le dernier tour tendait de plus en plus à prédominer, comme dans les espèces du groupe de *Limnea pachygaster*, mais en conservant toujours le méplat supérieur. Ces échantillons ne sont malheureusement pas suffisants pour être figurés.

La seule forme qui puisse lui être comparée est *Limnea obtusa* DESH. non BRARD ². Le moule interne de cette espèce qui est figuré par Deshayes n'est pas conforme à celle de Brard ³ qui a les tours non

1. DESHAYES in COSSMANN. Paléozoich., pl. IV, fig. 16-17.

2. BRARD. Descript. des coquilles foss. des env. de Paris, II, p. 96, pl. X, fig. 16-17.

3. BRARD. Second mémoire sur les Limnées fossiles. *Annales du Muséum*, t. XV, 1810, p. 408, pl. 24, fig. 3-4.

scalariformes, la spire plus longue et la bouche plus étroite en arrière. Bien que les deux figures de Brard et de Deshayes ne soient pas comparables, puisque l'une d'elles (celle de Deshayes) représente le moule interne et l'autre un échantillon pourvu de son test; il me paraît impossible de les assimiler. L'espèce du Gard est assez conforme à celle de Montmorency figurée par Deshayes et appartient certainement au même groupe. *Limnea cylindrica* BRARD¹ qui possède comme notre espèce des tours très étagés est cependant plus courte, les sutures en sont moins inclinées, la bouche est plus étroite et surtout moins élargie en arrière.

LIMNEA du groupe de *L. PYRAMIDALIS* et *L. LONGISCATA*.

Les *Limnées* à spire allongée qui se rencontrent assez fréquemment dans les calcaires sannoisiens du Gard sont rarement bien conservés avec leur test. Le plus souvent ce sont des moules externes parfois un peu déformés par la compression des marnes ou des calcaires sur lesquelles il est difficile de reconnaître les caractères. C'est en particulier le cas pour les formes décrites par Fontannes qui sont représentées par de mauvais moulages. Je me bornerai donc à signaler les formes suivantes dont les caractères paraissent un peu plus nets.

LIMNEA PYRAMIDALIS BRARD

Pl. XXIV, fig. 6, 6a.

1810. *Limnea pyramidalis* BRARD. *Ann. du Museum*, t. XV. pl. 24, fig. 1-2.
 1824. — — — *in* DESHAYES. *Coquilles fossiles*, pl. x, fig. 14-15,
 p. 95.
 1864. — — — BRARD *in* DESHAYES. *Animaux sans vertèbres*,
 p. 79.

J'admettrais pour cette espèce, avec M. Cossmann², la figuration de Deshayes dans son premier ouvrage, bien qu'elle ne soit pas d'accord avec celle de Brard. On retrouve dans les spécimens de Saint-Césaire de Gauzignan le caractère commun des exemplaires de Brard et de Deshayes; la suture est légèrement bordée. Ce caractère permet de distinguer cette espèce de *Limnea longiscata* qui appartient au même groupe. La spire est aussi un peu plus conique et les tours un peu moins convexes.

Les figures données par Edwards³ sont bien conformes à celles de Deshayes. Les échantillons de Fontannes, très incomplets et très écrasés sont plus coniques et à tours plus plats que ceux de Saint-Césaire. Ils me paraissent néanmoins appartenir au même type. Cette espèce paraît avoir précédé dans le Sannoisien *L. æqualis* DE SERRES⁴ abon-

1. BRARD. *in* DESHAYES. *Coquilles foss.* t. II, p. 98, pl. x, fig. 18-19.

2. *Cat. pl.* IV, p. 333.

3. *Éocène Mollusca*, pl. XIII, fig. 1-3.

4. DE SERRES. *Font.* pl. VI, fig. 4-6.

dante dans le Stampien des environs de Sommières, et se reconnaît à ses tours plus renflés et à sa spire moins acuminée.

Limnea pyramidalis est assez fréquente à Saint-Césaire de Gauzignan en exemplaires munis de leur test, difficiles à recueillir. Je l'ai observé à Castelnaud-Valence dans les couches à *Melanoïdes albigensis*. Fontannes la signale de Barjac, de Saint-Jean de Maruéjols et de Servas au même niveau.

LIMNEA FUSIFORMIS SOW.

Je rapporte avec doute à cette espèce des échantillons de la butte Iouton représentés par leur moule externe, qui sont caractérisés par leur spire d'abord très effilée et à profil plan, qui se renflent ensuite au dernier tour comme le fait *L. fusiformis* bien figuré par Edwards¹ et par Sandberger². Mais les types d'Headon sont tous plus obtus que ceux du Gard qui représenteraient une variété effilée de l'espèce.

LIMNEA LONGISCATA var. *OSTROGALLICA* FONTANNES

Les espèces du groupe de *Limnea longiscata* très abondantes dans les assises terminales de l'Éocène sont assez variables et difficiles à distinguer parce que les échantillons non écrasés munis de leur test sont extrêmement rares ; elles passent progressivement à mesure qu'on monte dans la série à des espèces à tours plus arrondis, à sutures plus profondes et dont le dernier tour se réduit peu à peu de hauteur. La forme *ostrogallica* de Fontannes est une forme un peu intermédiaire de ce groupe qui est signalé dans la plupart des gisements du Gard : Barjac, Roméjac, Saint-Jean de Maruéjols, Servas et Beaucaire dans les calcaires à *Melanoïdes* et à Euzet dans les couches à *Palæotherium*.

LIMNEA sp.

Pour compléter cette nomenclature on peut encore signaler l'existence dans les calcaires de la butte Iouton de petites Limnées se rapprochant de *Limnea elongata* DE SERRES var. *galesensis* FONT³. Mais ces échantillons sont à l'état de moules internes et par suite indéterminables.

PLANORBIS ROUVILLEI FONTANNES

Pl. XXIV, fig. 7, 7a.

1884. *Planorbis Rouvillei* FONT. Mal. du groupe d'Aix, p. 47, pl. vi, fig. 28-30.

1. EDWARDS. Éoc. Moll. pl. xiii, fig. 8.

2. SANDBERGER. Land u. Stüssw. Conch. pl. xv, fig. 17.

Cette figure porte comme légende *Limneus pyramidalis*, erreur corrigée par Sandberger dans le texte.

3. FONT. Mal. du gr. d'Aix, p. 41, pl. v, fig. 41 et 45.

Je rattache avec quelque doute à cette espèce quelques échantillons appartenant au groupe du *Pl. solidus* provenant de Saint-Césaire de Gauzignan. Ces exemplaires assez épais dont les tours sont un peu aplatis en dessous sont profondément ombiliqués et les sutures sont plus profondes en dessous qu'en dessus. Ces caractères sont bien d'accord avec la description de Fontannes, mais l'épaisseur paraît être plus forte que ne l'indique ce paléontologiste.

On trouve dans le Stampien de Sommières une espèce voisine figurée par Fontannes sous le nom douteux de *Pl. cornu* var. *solida* (pl. vi, fig. 31) qui diffère de la forme de Saint-Césaire par son ombilic moins profond, ses tours plus arrondis en dessus. Cette espèce qui est représentée au château de Pondres par de magnifiques spécimens mériterait d'être érigée en espèce distincte.

Je rapporterais encore avec doute quelques exemplaires jeunes à l'état de moules internes communiqués par M. Allard de la butte Iouton.

PLANORBIS cf. *DECLIVIS* BRAUN

Je rapporte à cette espèce ou tout au moins au même groupe, un *Planorbe* de Saint-Césaire à tours plans sur sa face inférieure et légèrement arrondis sur la face supérieure. Cet unique échantillon se rapproche beaucoup de celui qui a été figuré de Kleinkarben par Sandberger¹. Il est assez voisin aussi de *Pl. hemistoma* Sow.² qui est plus petit et appartient au même groupe. La forme du département du Gard occupant une position stratigraphique intermédiaire entre les deux espèces qui viennent d'être citées montre la persistance de cette série de formes depuis l'Éocène supérieur jusque dans le Miocène.

PLANORBIS STENOCYCLOTUS FONTANNES

Pl. XXII, fig. 10, 10a, 10b, 10c, 10d.

1884. *Planorbis stenocyclotus* FONTANNES. Malacologie du groupe d'Aix, p. 47, pl. vi, fig. 27.

Diagnose d'après des échantillons de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — *Planorbe* de petite taille, légèrement concave en dessus, à ombilic assez creux en dessous, composé de 5 à 6 tours peu élevés, se recouvrant assez peu, à courbure peu accusée sur la face supérieure, plus convexe sur la face inférieure qui est subcarénée autour de l'ombilic dont le bord est presque vertical. Sutures de la face supérieure assez profondes. L'ombilic est assez ouvert et égal à un peu plus de la moitié de la largeur totale.

Dimensions. — Diam., 4 mm. ; épaisseur, 0,5 mm.

Rapports et différences. — Cette petite espèce est assez fréquente dans les calcaires de la butte Iouton ; elle est très constante dans ses

1. SANDBERGER. Conch. der Mainzer Tertiärbeck. p. 73, pl. vii, fig. 9 a, b, c.

2. SOWERBY. in EDWARDS. Éocène Mollusca, p. 106, pl. xv, fig. 11, a, b, c, d.

dimensions et dans la proportion relative de ses tours. Il est actuellement impossible de se faire une idée bien nette du type de Fontannes qui est un moulage assez grossier et absolument inutilisable, je crois néanmoins utile de conserver le nom proposé par ce paléontologiste et de considérer les types décrits ici comme des *post-types*.

On reconnaîtra facilement cette espèce à sa forme déprimée en dessus et surtout à la forme de son ombilic dont les bords sont presque verticaux. Les tours sont assez peu élevés.

HELIX HOMBRESI FONTANNES

Les Hélicidés sont très rares dans ces couches saumâtres, il est toutefois intéressant de signaler la présence de l'*H. Hombresi* à la butte Louton, représenté par quelques rares moules internes dans les collections Nicolas et Allard. Cette espèce se reconnaît bien à l'étranglement qui se trouve en arrière de la bouche. Les exemplaires que j'ai eus entre les mains sont trop imparfaits pour être figurés.

CLAUSILIA sp.

Je dois aux obligeantes communications de M. Sayn, un fragment de spire d'une Clausilie d'assez grande taille à striation longitudinale accusée qui n'est pas suffisante pour être déterminée. Elle suffit pour indiquer la présence de ce genre à Saint-Césaire de Gausignan dans les calcaires à *Melanoïdes albigensis*.

LAMELLIBRANCHES.

Les Lamellibranches du groupe des *Cyrenidés* sont très abondants dans tous les dépôts sannoisiens du bassin d'Alais. Malheureusement ces Mollusques ne sont représentés que par des moules externes, souvent comprimés et déformés, apparaissant par milliers sur les surfaces des bancs calcaires. Fontannes dans sa description malacologique du groupe d'Aix décrit huit espèces nouvelles et en signale une nouvelle déjà décrite par M. de Serres. Ces espèces sont réparties de la façon suivante dans les divers niveaux reconnus par Fontannes :

- LIGURIEN INFÉRIEUR : *Cyrena Dumasi* DE SERRES.
 Cyrena Carezi FONT.
 — *platyptycha* FONT.
 — *retracta* FONT.
- LIGURIEN MOYEN : *Cyrena physeta* FONT.
 — *strongila* FONT.
- LIGURIEN SUPÉRIEUR : *Cyrena johannisensis* FONT.
 — *subgebennica* FONT.
- TONGRIEN INFÉRIEUR : *Cyrena alaisiensis* FONT.

Toutes ces espèces sont essentiellement variables et il est bien difficile de trouver des spécimens coïncidant exactement avec les figures de Fontannes. Je ne les décrirai donc pas à nouveau, me bornant à donner la diagnose et la figuration de la seule forme dont j'ai pu me procurer des échantillons complets et possédant un test, *Cyrena Carezi*. Exception sera aussi faite pour *Cyrena Dumasi* DE SERRES, espèce facilement reconnaissable et très cantonnée dans les assises à *Melanoïdes albigensis* et *Jacquotia apirospira*. Je représente d'ailleurs le type de cette espèce qui fait partie de la collection E. Dumas au Musée de Nîmes.

CYRENA CAREZI FONTANNES

Pl. XXIV, fig. 8, 8a, 8b, 8c.

1884. *Cyrena Carezi* FONTANNES. Malac. du gr. d'Aix, p. 52, pl. VII, fig. 20.

Diagnose d'après des échantillons de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — Coquille trigone, médiocrement transverse, inéquilatérale, peu bombée. Côté antérieur arrondi un peu plus court que le postérieur qui est un peu tronqué. Crochets petits peu saillants placés environ au $\frac{2}{5}$ de la longueur totale. Bord inférieur assez arqué, surface marquée de quelques plis d'accroissement peu saillants et de costules arrondies, très fines et très serrées, recouvrant toute la surface de la coquille.

Charnière composée, à la valve droite, de trois dents cardinales régulièrement divergentes, la postérieure plus grande et très oblique, séparée du bord par un sillon étroit et profond. Dents latérales assez longues, non striées. Impressions musculaires et palléales non observables sur les échantillons étudiés.

Rapports et différences. — Cette espèce est très abondante en échantillons pourvus de leur test sur le bord de la route de Saint-Maurice de Gourdan à Saint-Césaire de Gauzignan, elle est accompagnée dans ce gisement par *Melanopsis romejacensis*.

CYRENA DUMASI M. DE SERRES

Pl. XXIV, fig. 9.

1876. *Cyrena Dumasi* M. DE SERRES in E. DUMAS. Statistique géologique du Gard, pl. III, fig. 8.

1884. *Cyrena Dumasi* M. DE SERRES in FONTANNES. Malac. du gr. d'Aix, p. 51, pl. VII, fig. 40-49.

Diagnose d'après le type (Coll. E. Dumas Musée de Nîmes, contre-empreinte du moule externe). — Coquille d'assez grande taille, trigone, assez allongée transversalement, très inéquilatérale, crochets placés environ au $\frac{1}{3}$ antérieur de la longueur totale. Côté antérieur arrondi, côté postérieur assez fortement tronqué. Bord inférieur peu arqué.

Sur le côté postérieur, une carène mousse partant du sommet et se terminant immédiatement après la troncature, délimitant un corselet très long et étroit. La surface de toute la coquille est couverte de costules arrondies un peu irrégulières, mais fines et serrées, ces costules sont aussi apparentes sur le corselet que sur le reste de la coquille.

Rapports et différences. — Cette espèce qui est très abondante à la base des couches à *Melanoïdes albigensis*, est un peu variable dans son allongement, mais le sommet est toujours très porté en avant. L'épaisseur de la coquille est en général assez faible. La carène postérieure est toujours bien marquée.

Parmi les espèces du même bassin on peut lui comparer *Cyrena retracta* FONT. ¹ qui s'en distingue facilement par sa forme encore plus transverse et trigone et surtout par son ornementation qui présente de nombreux gradins d'accroissement remplaçant l'ornementation fine et serrée de *Cyr. Dumasi*.

Cette espèce couvre de ses moules externes les calcaires de la zone à *Melanoïdes albigensis* à Barjac, à Massargues, Orgnac, Laval, Saint-Roman, Issirac, Bernas, Ners, Mejannes, etc. Elle existe aussi à Beaucaire mais elle y est assez rare (Coll. Allard).

La faune qui précède comprend une trentaine d'espèces dont la moitié sont nouvelles ; elle est surtout bien représentée aux environs de Beaucaire à la butte Iouton où se retrouvent presque toutes les formes. On peut ainsi constituer la liste suivante :

<i>Neritina lautricensis</i> NOUL.	<i>Melanoïdes albigensis</i> NOUL.
var. <i>Sauvagesi</i> FONT.	var. <i>Dumasi</i> FONT.
<i>Assimineia Nicolasi</i> n. sp.	<i>Melanopsis (Stylospirula acrolepta)</i>
<i>Viviparus soriciniensis</i> NOUL.	FONT.
<i>Hydrobia celasensis</i> FONT.	<i>Limnea ioutonensis</i> n. sp.
<i>Bithinella rhodanica</i> n. sp.	— cf. <i>pyramidalis</i> BRARD.
— <i>meridionalis</i> n. sp.	— <i>ostrogallica</i> FONT.
<i>Stalioa Allardi</i> n. sp.	— cf. <i>fusiformis</i> SOW.
— <i>compensis</i> n. sp.	— sp. de petite taille.
<i>Bithinia ugernensis</i> n. sp.	<i>Planorbis Rouvillei?</i> FONT.
<i>Juliana expansa</i> n. sp.	— <i>stenocyclotus</i> FONT.
— <i>Nicolasi</i> n. sp.	<i>Segmentina</i> cf. ROUXI.
<i>Nystia plicata</i> D'ARCH. et VERN.	<i>Helix Hombresi</i> FONT.
<i>Eumelania Juliani</i> DEP.	<i>Cyrena Dumasi</i> DE SERRES.
<i>Tarebia barjacensis</i> FONT.	— <i>subgebennica</i> FONT.
<i>Jacquotia apirospira</i> FONT.	<i>Sphaerium Berteraux</i> FONT.

Suivant des observations inédites de M. Depéret, on peut distinguer trois niveaux stratigraphiques distincts à la butte Iouton :

— 5) Un niveau supérieur au contact avec la mollasse burdigalienne contenant : *Vivipara soriciniensis* var. *Sauvagesi*, et

1. FONTANNES, pl. VII, fig. 25.

Neritina lautricensis ; c'est l'assise n° 1 de la coupe donnée par MM. Pellat et Allard¹.

— 4) Au-dessous vient une zone de calcaires en plaquettes où les fossiles sont représentés par leur moule externe renfermant : *Melanoïdes albigensis*, *Jacquotia apirospira*, *Nystia plicata*, *Cyrena subgebennica* (n°s 2 et 3 de la coupe Pellat).

— 3) Ces calcaires reposent sur des assises où dominent les Cyrènes de grande taille : *Cyrena Dumasi* et *Cyr. subgebennica* avec quelques Mélanies du groupe de *Melania fasciata* et *Mel. sulcatina* DESH².

— 2) Ce n'est qu'au dessous que se rencontre le principal niveau de Mollusques de la butte louton, constitué par un calcaire blanc finement oolithique où les fossiles ont conservé leur test avec les caractères les plus délicats de leur ornementation.

A ce niveau dominent les Bithinidés, les *Melania barjacensis* et *Melanopsis acrolepta*. On a pu reconnaître aussi dans ces couches des débris d'un Paleothéridé, malheureusement indéterminable.

— 1) Quelques mètres de calcaires compacts, très durs, à petites Cyrènes, Limnées et Striatelles, séparent ces bancs fossilifères des sables et argiles bigarrés de l'Éocène inférieur sur lesquelles ils reposent en transgression.

Il est bien difficile de subdiviser cet ensemble qui correspond à l'ensemble de l'étage sannoisien, et que l'on ne peut classer que par comparaison avec le bassin d'Alais.

Dans ce dernier bassin, le niveau le plus net est l'horizon à *Melanoïdes albigensis*, daté par sa faune de Mammifères (faune de Célas) qui le place au-dessus des masses supérieures de la formation gypseuse de Montmartre, c'est-à-dire au niveau des marnes bleues et blanches supragypseuses³.

Entre Barjac et Célas cet horizon renferme :

<i>Neritina lautricensis</i> NOUL.	<i>Melanoïdes albigensis</i> var. <i>Dumasi</i> .
— — var. <i>Sauvagesi</i> FONT.	<i>Jacquotia apirospira</i> FONT.
<i>Neritina cryptospirodes</i> FONT.	<i>Limnea pyramidalis</i> BRAND.
<i>Tarebia barjacensis</i> FONT.	<i>Limnea ostrogallica</i> FONT.
<i>Melanoïdes occitanicus</i> FONT.	

1. PELLAT et ALLARD. Sur les dépôts lacustres de la butte louton. *B. S. G. F.* (3), XXV, 1895, p. 434.

2. DESHAYES. Moules externes, assise 5, *in* Pellat.

3. STEHLIN. Mam. Éoc. et Olig. du bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), IX, 1909.

C'est cette même faune que l'on retrouve à Saint-Césaire de Gauzignan en échantillons pourvus de leur test :

Neritina cryptospirodes FONT.
Viviparus soricinensis NOUL.
Bithinia oxispiriformis n. sp.
Nystia plicata D'ARCH. et VERN.
 — *vardonica* n. sp.
Melanopsis acrolepta FONT.

Tarebia barjacensis FONT.
Melanoïdes albigensis NOUL.
 var. *Dumasi* FONT.
Limnea aff. *pyramidalis*.
Planorbis Rouvillei FONT.
 — cf. *declivis* BRAUN.

Comme on le voit, un certain nombre d'espèces sont communes, mais si *Viv. soricinensis*, *Nystia plicata* et *Mel. albigensis* se trouvent à la butte Iouton dans le niveau le plus supérieur, elles sont ici associées à *Tarebia barjacensis* et *Melanopsis acrolepta* qui, à Beaucaire, sont dans des couches un peu inférieures.

Sur la route de Saint-Césaire de Gauzignan on peut recueillir une faunule comportant les formes suivantes :

Bithinia oxispiriformis n. sp.
Melania vardonica FONT.
Melanopsis romejacensis FONT.

Cet ensemble de formes se retrouve aux environs immédiats de Nîmes, au Puech d'Autel, ainsi que l'a indiqué depuis longtemps M. Caziot¹. Dans cette localité on ne rencontre que des moules externes mais que l'on peut néanmoins identifier grâce à la complète identité de cette faune avec celle de Beaucaire. Cette liste comprend :

Limnea longiscata (il s'agit très certainement des formes de ce groupe que j'ai rapproché de *pyramidalis* ou de *ostrogallica*.)

Planorbis stenocyclotus FONT.
Melania Juliani DEP.
Melanoïdes albigensis NOUL. var.
Dumasi FONT.

Melanopsis acrolepta FONT.
Vivipara soricinensis NOULET.
Neritina lautricensis NOULET.
Sphaerium Berteraux FONT.

Les termes de comparaison manquent avec les régions plus éloignées. Dans le Sud-Ouest les faunes de ce niveau décrites par Noulet n'ont jamais été figurées dans leur ensemble et le peu que l'on en connaît se trouve dans le grand ouvrage de Sandberger qui n'a certainement pas disposé de matériaux assez complets.

Il est assez probable que les lagunes saumâtres allaient en se dessalant du côté de l'Ouest; les Mollusques saumâtres sont représentés dans le bassin de la Garonne par *Melanoïdes albi-*

1. CAZIOT. Sur le Tongrien inférieur des environs de Nîmes. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, 1896, p. 32.

gensis tandis que les petits Mélanidés du groupe des Striatelles manquent complètement. Il est à remarquer que par contre les Limnées, les *Melanopsis* et les Planorbes deviennent plus fréquents et sont accompagnés de Mollusques terrestres tels que les *Helix* et un certain nombre de Cyclostomidés.

M. Giraud, dans son étude sur la Limagne, constate les ressemblances les plus étroites entre le Sannoisien des calcaires de Reignat et celui de la vallée du Rhône et en conclut que si les lagunes étaient en libre communication vers le Sud avec la vallée du Rhône, elles devenaient de moins en moins saumâtres à mesure que l'on s'avancait vers le Nord. Les formes de Mélanidés sont différentes dans le Bassin de Paris, celui de Mayence et dans l'île de Wight de celles du Bassin du Rhône¹.

1. GIRAUD. Étude sur la Limagne. *B. Serv. C. G. F.*, n° 87, t. XIII. 1902, p. 372.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

Liste des Figures et des Cartes dans le texte et hors texte (Planches)

	Pages
Liste des anciens Présidents de la Société géologique de France.....	v
Liste des lauréats du Prix Viquesnel.....	vi
Liste des lauréats du Prix Fontannes.....	vi
Liste des lauréats du Prix Prestwich.....	vi
Bureau et Conseil de la Société pour 1910.....	vii
Composition des Commissions pour 1910.....	viii
Membres à perpétuité.....	ix
Membre donateur.....	ix
Liste générale alphabétique des membres de la Société.....	x
Liste des membres de la Société distribués géographiquement.....	xlii
Membres de la Société décédés en 1909.....	xliii
Prix et Fondations de la Société.....	xlvii

Séance du 10 janvier 1910.

Proclamation de nouveaux membres : MM. REGNARD, R. HUMERY.....	1
Élections des membres du Bureau et du Conseil pour 1910.....	1
G. RAMOND. — Obs. au sujet du vote par correspondance.....	1

Séance du 17 janvier 1910.

A. LACROIX. — Allocution présidentielle.....	2
Proclamation de nouveaux membres : MM. A. PINARD, Dr. PONTIER, GRAND-JEAN.....	4
A. LACROIX, G. DUPOUY, HERMANN. — Présentations d'ouvrages.....	5
M. BOULE offre le portrait et des notices sur Albert GAUDRY.....	5
M. BOULE, M. COSSMANN, PEYROT, P.-H. FRITEL. — Présentations d'ouvrages.....	5-7
M. COSSMANN. — Obs. sur la faune néogénique de l'Aquitaine.....	6
W. KILIAN. — Sur l'origine du groupe de l' <i>Am. Percevali</i> UHL. du Barémien.....	7
Jules WELSCH. — A propos de l'âge des grès à plantes de l'Anjou et des fossiles roulés en général.....	7
P. H. FRITEL. — Observations.....	8
Marcel CHEVALIER. — Nouvelle note sur la cuencita de la Seo de Urgel....	9
René CHUDEAU. — Le Carbonifère d'Oum el Asel et de Tazoult (Sahara)....	11
Fig. 1. <i>Carbonifère de Tazoult</i>	11
2. <i>Phillipsia (Griffithites) cf. sangamonensis</i> MEEK et WORTHEN.....	15
Étienne PÉROUX. — Le puits artésien de Maisons-Laffitte (S.-et-O.).....	18

Séance du 7 février 1910.

Proclamation d'un nouveau membre : M. R. PITAVAL.....	27
J. BOUSSAC, E. HAUG, Em. DE MARTONNE, O. COEFFON. — Présentations d'ouvrages.....	27-28
L. PERVINQUIÈRE. — Sur la nature du plateau sous-marin de Rochebonne (Ch.-Inf.).....	28
J. COUYAT. — Sur un nouveau gisement de plantes fossiles en Égypte.....	29
W. KILIAN. — Sur la présence de <i>Fagesia</i> en Nouvelle-Calédonie.....	29
Louis MENGAUD. — Tertiaire de la province de Santander (Espagne).....	30
Henri DOUVILLÉ. — Observations.....	33
Édouard HARLÉ. — La <i>Hyæna intermedia</i> et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel.....	34
Fig. 1-2. <i>Hyæna intermedia. Carnassière inférieure</i>	36
3-4. — <i>striata. Deuxième molàire</i>	43

	Pages
Henri DOUVILLÉ. — La Craie et le Tertiaire des environs de Royan.....	51
Fig. 1-4. <i>Pseudorbitolina Marthæ</i> H. DOUVILLÉ.....	55-56
F. CANF. — Liste des Bryozoaires de la Craie de Royan.....	62
Gaetano ROVERETO. — Conclusions d'une étude sur l'Oligocène des Apennins de la Ligurie.....	66
Fig. 1. Carte schématique de l'extension de l'Oligocène dans la Ligurie occidentale. — 1/500 000.....	70
L. CAREZ. — Etudes géologiques sur la feuille de Mauléon (Basses-Pyrénées).	73
Pl. I-II. — Coupes générales de la feuille de Mauléon (La partie primaire méridionale d'après M. Bresson).	
A. LACROIX. — Les roches alcalines de Tahiti.....	91
Fig. 1. Carte de la vallée de Papenoo à Tahiti.....	95
Pl. III. — Fig. 1. Filon de syénite néphélinique à biotite dans un bloc de gabbro néphélinique. — 1/1.	
2. Enclave de monzonite néphélinique dans la camp-tonite. — 1/1.	
Pl. IV. — Brèche de monzonite néphélinique. — 1/3.	
Henri DOUVILLÉ. — Sur la découverte du Trias marin à Madagascar.....	125
Fig. 1-3. <i>Cordillerites cf. angulatus</i> H. et SM.....	128
4. Cloison de Koninckites.....	129
5-6. <i>Meekoceras</i> (?).....	129
7-8. Groupe de <i>Lecanites</i>	130
9. <i>Flemingites</i>	131
10. <i>Cladiscites</i>	132
11. Carte indiquant l'emplacement du Trias marin à Madagascar. 1/750 000.....	133
Émile HAUG. — Observations.....	133
Pierre TERMIER. — Sur la Tectonique de l'Île d'Elbe.....	134
Fig. 1. Carte tectonique et coupe de l'Île d'Elbe. — 1/300 000 env.....	135
2. Deux coupes à travers le Monte Fabbrello.....	144
3. Quatre coupes à travers la dépression du col de Reciso.....	147
4. Trois coupes dans le versant occidental du Monte Castello.....	149
Pl. V. — Coupe W.-E. à travers l'Île d'Elbe. — 1/75 000. — Coupe schématique à travers la Corse et l'Île d'Elbe. — 1/750 000.	
Émile HAUG. — Observations.....	160
Séance du 21 février 1910.	
Proclamation de nouveaux membres: MM. L. G. NUMILE, DR. POLO,	
L. HAMELIN, Eug. GEORGE, E. CALLENS.....	161
Général JOURDY. — Présentation d'ouvrage.....	161
Louis GENTIL. — Contribution à l'étude tectonique du Haut-Atlas marocain.....	162
Édouard HARLÉ. — Restes d' <i>Elephas primigenius</i> sous le Sable des Landes.	163
Jules BERGERON. — De l'action des poussées venant du Sud sur l'allure des assises paléozoïques du Nord-Ouest de la France.....	166
Fig. 1. Coupe par le puits Sainte-Claire.....	170
2. Coupe par le puits Sainte-Clotilde.....	171
3. Coupe par le puits Saint-Laurent.....	173
4. Coupe des mines de Larchant.....	177
Ed. IMBEAUX. — Les nappes aquifères de France. Essai d'Hydrogéologie.	
Conférence faite à la Soc. géol. de Fr. le 6 déc. 1909.....	180
Fig. 1. Drainages en terrains granitiques pour l'alimentation des villes bretonnes.....	181
2. Disposition et coupe du Houiller inférieur, du Calcaire carbonifère et de la partie supérieure du Famennien dans le massif primaire belge.....	184

	Pages
3. Coupe du Dévonien et du Carbonifère suivant la galerie captante d'Aix-la-Chapelle.....	184
Tableau des niveaux d'eau du Dévonien et du Carbonifère dans l'Ardenne.....	185
Fig. 4. Coupe du Crétacé inférieur aux environs de Wassy.....	187
5. Coupe du Jura-Trias de l'Est de la France.....	188
6. Coupe du Crétacé supérieur et de l'Éocène en Champagne ..	188
7. Détails de la composition du Calcaire bajocien et de la formation ferrugineuse aux environs de Nancy.....	189
8. Coupe de la vallée de la Meurthe et du plateau de Malzéville près Nancy.....	189
Tableau des niveaux d'eau du Secondaire dans l'Est du Bassin de Paris.....	190-191
Fig. 9. Plan et coupe de la région alimentant la source d'Arcier à Besançon.....	192
10. Coupes d'un vallon calcaire séquanien des env. de La Rochelle.....	195
11. Carte des sources de la Vanne.....	197
12. Carte des sources du Loing et du Lunain.....	201
13. Carte des sources de l'Avre et de la Vigne.....	203
14. Coupes de la vallée de l'Avre.....	204
15. Coupes de la vallée de la Robec, près Rouen.....	206
16. Les venues d'eau dans la craie aux environs de Lille.....	209
Tableau des niveaux d'eau du Néocomien et de l'Urgonien aux environs de Nîmes.....	211
Fig. 17. Coupe du bassin de la Fontaine de Vaucluse.....	212
18. Coupes de la Fontaine de Nîmes.....	213
19. Diagramme des couches tertiaires et des nappes aquifères sous Paris.....	215
20. Sources de sables yprésiens sur l'Argile plastique près Pont-Sainte-Maxence.....	216
Tableau des nappes aquifères sous Paris.....	217
Fig. 21. Coupe des terrains traversés par le Tunnel de Meudon.....	218
22. Coupe du Tunnel de Meudon.....	219
23. Carte hydrogéologique du val d'Orléans.....	224
24. Coupe par Orléans et Vierzon.....	225
25. Coupe de Bouteille à Meung.....	225
26. Coupe du val de Loire et de la galerie de captage proposée pour Paris.....	225
27. Coupe d'une colline aux environs de Bruxelles.....	232
28. Relations d'un fleuve et de la nappe souterraine.....	235
29. Coupe de l'île de Norderney.....	238
Tableau des nappes aquifères de France.....	240-241
Fig. 30. Séparation des eaux douces et des eaux salées sous le littoral belge.....	242
31. Relations de l'eau douce souterraine et de l'eau de mer.....	242
Table des matières.....	244
Marcel LISSAJOUS. — Couches à <i>Ostrea acuminata</i> et Fuller's Earth.....	245
Tableau comparatif de la position stratigraphique de <i>O. acuminata</i> en différentes régions.....	260
A. GUILLERD. — Contribution à l'étude des phénomènes de capture dans le Bassin parisien.....	261
Fig. 1. Région des sources de l'Aubetin et de la Noce.....	264
Henri DOUVILLÉ. — Fossiles de la Chaouia (Maroc occidental) recueillis par M. Paul Jordan.....	261
J. COTTEAU et Paul LEMOINE. — Sur la présence du Crétacé aux Iles Canaries.....	267
Fig. 1. Carte schématique des Iles Canaries.....	268
2. <i>Discoidea pulvinata</i> DES. var. <i>major</i>	270

	Pages
Louis GENTIL. — Observations	270
Eugène MAURY. — Note préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique de la Corse orientale.....	272
Fig. 1. Coupe du col de Pruno à Poggio d'Oletta.....	278
2. Coupe de Saint-Florent à Poggio d'Oletta.....	278
3. Coupe de Piedigriaggio à la cime Pedani.....	278
4. Coupe de Castiglione à la cime Settonia.....	279
5. Coupe du col d'Ominanda au Monte Piano Maggiore.....	279
6. Coupe du Monte Cardo au Pont de Corsiglese.....	279
7. Esquisse géologique de la Corse nord-orientale.....	288
Pierre TERMIER. — Observations.....	293

Séance du 7 mars 1910.

Proclamation d'un nouveau membre : M. J. POURBAIX.....	294
P. LEMOINE, C. ROUYER, J. BOUSSAC, A. HEIM, P. TERMIER, L. PERVINQUIÈRE, M. LISSAJOUS. — Présentations d'ouvrages.....	294-295
A. RICHE. — Sur la position stratigraphique de <i>Creniceras Renggeri</i> OPP.....	295
Robert DOUVILLÉ. — Quelques remarques à propos du jeune des <i>Ammonites Proplanulites mutabilis</i> SOWERBY et <i>Amm. (Aulacostephanus) pseudomutabilis</i> DE LORIOU.....	296
Fig. 1. <i>Aulacostephanus pseudomutabilis</i> DE LORIOU. <i>Proplanulites Hector</i> D'ORB., <i>P. mutabilis</i> Sow.....	296
Arnold HEIM. — Observations sur le Nummulitique des Alpes Suisses.....	298
J. BOUSSAC. — Observations.....	304
Louis GENTIL. — Principaux résultats d'une récente mission au Maroc (été-automne 1909).....	304
Dr. LEGENDRE et Paul LEMOINE. — Principaux résultats géologiques de la mission Legendre au pays Lolo (Setchouan, Chine).....	307
Fig. 1. Carte et coupes schématiques du pays Lolo.....	308

Séance du 21 mars 1910.

Proclamation de nouveaux membres : MM. Ch. MARQUET, Jean de CARDAILLAC, Th. BEUGNOT.....	310
L. CAYEUX, L. JULEAUD. — Présentations d'ouvrages.....	310
Ph. NÉGRIS et Const. A. KTEXAS. — Sur l'âge triasique du calcaire de l'Acrocorinthe.....	311
A. DE GROSSOUVRE. — Observations sur les <i>Creniceras Renggeri</i> et <i>Cr. creatum</i>	311
M. BOULE. — Sur quelques Vertébrés fossiles du Sud de la Tunisie.....	313
M. BOULE. — Sur le Permien de Madagascar.....	314
A. LACROIX. — Observations.....	316
René CHUDEAU. — Note sur la géologie du Soudan.....	332
Fig. 1. Crête d'Hékià.....	320
2. La chaîne de Hombori vue de Bélià.....	321
3. Coupe de Hombori à la carrière de marbre.....	322
4. Le plateau de Bandiagara.....	323
5. Patine et grès ferrugineux près de Bandiagara.....	329
6. Esquisse de la région de Tombouctou. — 1/8 000 000.....	331

Séance générale du 31 mars 1910.

Robert DOUVILLÉ, J. GOSSELET. — Remerciements.....	333
A. LACROIX. — Discours d'usage.....	334
Louis GENTIL. — Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel.....	342
Charles BARROIS. — Rapport sur l'application du prix Danton.....	346
Armand THEVENIN. — Albert GAUDRY : Notice nécrologique.....	350
Liste des publications d'Albert Gaudry. — 1850-1909.....	364
Portrait d'Albert Gaudry (en frontispice).	

	Pages
G. F. DOLLFUS. — LÉON JANET : Notice nécrologique.....	375
<i>Bibliographie des travaux de Léon Janet</i>	379
J. LAMBERT. — Charles-Louis PERCEVAL DE LORIOLE LE FORT.....	380
<i>Liste des publications scientifiques de P. de Loriole</i>	387

Séance du 4 avril 1910.

J. GOSSELET. — Création d'un prix pour les travaux de Géologie appliquée. Proclamation d'un nouveau membre. — INSTITUT GÉOL. de l'Université de Cracovie.....	392
A. LACHROIX, G. F. DOLLFUS, BERKELEY COTTER. — Présentations d'ouvrages.	393
G. F. DOLLFUS. — Sur un forage profond à Chézal-Benoit (Cher).....	393
C. CHARTRON. — Sur le forage d'un puits pour l'alimentation en eau de la ville de Marans (Charente-Inférieure).....	395
George NÈGRÉ. — Sur une couche dite « terre potassique » près « Saulces-Monclin » (Ardennes).....	396
L. CAYEUX. — Remarque sur la genèse des minerais de fer par décomposition de la glauconie.....	397
George NÈGRÉ. — Observations.....	397
G. MOURET. — Observations sur quelques points de la géologie des environs de la Capelle-Marival (Lot).....	398

Séance du 18 avril 1910.

Proclamation de nouveaux membres : MM. le Dr M. SALOPK, Em. SEGAUD.....	404
P. TERMIER. — Présentation d'ouvrage.....	404
L. CAYEUX. — Fouilles de Délos (Cyclades) et les applications de la géologie à l'archéologie.....	404
Marcellin BOULE. — Les brèches osseuses à perforations de Lithodomes de la Grotte du Prince.....	406
Fig. 1. <i>Coupe de la Grotte du Prince</i>	410
2. <i>Coupe détaillée prise à la Grotte du Prince</i>	411
L. AZÉMA. — Note sur les nappes de charriage de la région de Camaret (Finistère).....	412
Fig. 1. <i>Carte de la région de Camaret</i> . — 1/60 000.....	413
2-4. <i>Coupes dans la région de Camaret</i>	415
5. <i>Carte de la région de Dinan</i> . — 1/30 000.....	420
J. BERGERON. — Observations.....	421

Séance du 2 mai 1910.

Nécrologie. — N. FONT Y SAGUÉ.....	423
Proclamation d'un nouveau membre : M. MANSARD.....	423
Em. HAUG, O. COUFFON, E. FLEURY. — Présentations d'ouvrages.....	423-424
M. FILLIOZAT. — Le Turonien du Villedieu.....	426
L. CABEZ. — Résumé de la géologie des Pyrénées.....	425
LÉON BEYRAND, E. de MARTONNE, O. MENGEL. — Observations.....	425-427
L. DE LAUNAY. — Les filons d'or et les roches éruptives de la région d'Andavakoera à Madagascar.....	428
Fig. 1. <i>Carte schématique de la région d'Andavakoera</i> . — 1/600 000.....	430
Maurice MORIN. — Sur le foisonnement de l'anhydrite et des gypses triasiques au tunnel de Genevreville (Haute-Saône).....	440
Fig. 1-2. <i>Contournement des couches dans le tunnel de Genevreville</i>	442
3. <i>Profil du gypse dans le tunnel de Genevreville</i>	444
Maurice MORIN. — Note préliminaire sur la faune et la flore du Calcaire de Brie en Seine-et-Marne.....	445
Abbé BOURGEAT. — Sur les failles courbes de la lisière du Jura entre Salins et Besançon.....	450

	Pages
Fig. 1. Coupe de La Chapelle à Ivrey.....	452
2. Coupe de La Chapelle au Nord d'Ivrey.....	452
3. Coupe de Saint-Thiébaud à la vallée de la Furieuse.....	452
Maurice LERICHE. — Sur quelques Poissons du Crétacé du bassin de Paris.....	454
Fig. 1. <i>Mesodon cf. gigas</i> L. AGASSIZ. <i>Dent.</i>	464
Tableau des Poissons du Crétacé inférieur du Bassin de Paris..	466-467
Pl. VI. — Fig. 1. <i>Asteracanthus cf. acutus</i> L. AG. <i>Epine.</i>	
2. <i>Hybodus basanus</i> EGERTON. <i>Epine.</i>	
3. <i>Cestracion sp.</i> <i>Dent.</i>	
4. <i>Nolidanus Muensteri</i> L. AG. <i>Dent.</i>	
5. <i>Ischyodus Thurmanni</i> PICTET et CAMPICHE.	
6. <i>Microdon Muensteri</i> PICTET et CAMPICHE.	
7. <i>Elasmodus crassus</i> HÉBERT.	
8. <i>Cylindracanthus cretaceus</i> DIXON.	
Maurice LERICHE. Note sur les Poissons néogènes de la Catalogne.....	471
Fig. 1. <i>Trygon cavernosus</i> PICTET. <i>Dent.</i>	472
Pl. VI. — Fig. 9. <i>Tetraodon sp. Demi-mâchoire.</i>	
O. MENGEL. — Coupe du versant méridional des Pyrénées au Nord de la province de Barcelone.....	475
Séance du 23 mai 1910.	
Proclamation de nouveaux membres : MM. E. GAUDRIOT, E. CHABANIER, ...	479
Général BERTHAUT, Emm. de MARGERIE, L. GENTIL, DE LAUNAY. — Présentations d'ouvrages.....	479-480
LÉON BERTRAND. — Observations.....	480
G. FERRONNIÈRE. — <i>Potamides Basteroti</i> à St-Jean-la-Poterie (Morbihan)..	481
Ph. GLANGEAUD. — Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez.....	481
L. MENGAUD. Sénonien supérieur des environs de Santander.....	482
L. GENTIL et J. BOUSSAC. — Sur la présence du Priabonien dans le Nord du Maroc.....	484
J. BOUSSAC. — Observations.....	485
J. BOUSSAC. — Observations sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune du Chérichira.....	485
J. BOUSSAC. — Sur la présence du Priabonien en Egypte.....	485
L. GENTIL. — Sur la structure du Haut-Atlas marocain.....	486
G. MOURET. — Note sur les fractures de la Limargue entre St-Vincent et Boussac (Lot).....	488
Fig. 1. Coupe entre Mons et Le Plateau.....	493
2. Carte des failles de la Limargue entre St-Vincent et Boussac. — 1/250 000.....	494
F. GRANJEAN. — Le siphon des Ammonites et des Bélemnites.....	496
Fig. 1-2 <i>Oxynticerus Guibalianum</i> D'ORB.....	501
3. <i>Ludwigia opalina</i> REIN.....	502
4-5. <i>Lytoceras jurensis</i> ZIETEN.....	503
6. <i>Goniatites Listeri</i> W. MARTIN.....	505
7. <i>Arietites Kridion</i> HEHL.....	505
8. <i>Amaltheus margaritatus</i> D'ORB.....	506
9. <i>Ludwigia opalina</i> REIN.....	507
10. <i>Sphaeroceras Brongniarti</i> SOW.....	507
11. <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> SOW.....	508
12. Section médiane du siphon.....	509
13-15. <i>Phylloceras Nilssoni</i> D'ORB.....	511-512
16. <i>Goniatites Listeri</i> W. M. et <i>Hildoceras bifrons</i>	513
17. <i>Pseudobelus pistilliformis</i> BLAINV.....	514
18-21. <i>Belemnopsis hastata</i> BLAINV.....	514
22. <i>B. sulcata</i>	519

Séance du 6 juin 1910.

Proclamation de nouveaux membres: MM. ROUX, HALDEMAN, Ch. CARDOT, M ^{lle} J. JEAN.....	520
CHAUTARD, L. GENTIL, TAILHANDIER, Ph. GLANGEAUD, L. M. VIDAL. — Présentations d'ouvrages.....	521
Ch. DEPÉRET. — Sur l'existence de mouvements du sol récents dans la région orientale des Pyrénées.....	522
L. CAYEUX. — Présentations d'ouvrages.....	522
Pierre BONNET. — Sur la Transcaucasie centrale.....	524
L. GENTIL. — Nouveaux itinéraires dans le Sud-Ouest marocain.....	525
V. PAQUIER et L. MENGAUD. — Note préliminaire sur le Crétacé de la province de Santander.....	527
M. FILLIOZAT. — Sur la position exacte de la Craie de Châteaudun.....	528
L. CAYEUX. — Les minerais de fer oolithique primaires de France.....	531
J. COTTREAU. — Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse).....	541
Tableau des espèces communes aux gisements de Cabrières, Gainfarn, Vöslau, Baden.....	546-549
Tableau des Gastropodes et Pélécyppodes communs aux gisements de Gainfarn, Vöslau, Baden, Cabrières.....	554-556
Ch. DEPÉRET. — Études sur la famille des Lophiontidés.....	558

Pl. VII. — FIG. 1. <i>Lophiaspis Maurellei</i> DEP. Dents.
2. — <i>Baicherei</i> DEP. —
3. — <i>occitanicus</i> sp. CUVIER —
4. <i>Lophiodon Thomasi</i> DEP. —
5. — <i>lautricense</i> NOULET. race franco-nicum WAGNER.

J. BERGERON. — Observations sur la tectonique des Carpathes roumaines à propos d'un mémoire récent.....	578
G. F. DOLLFUS. — Résumé sur les Terrains tertiaires de l'Allemagne occidentale. Le Bassin de Mayence.....	582
FIG. 1. Coupe à Wöllstein.....	590
2. Coupe à Weisenau.....	596
3. Coupe à Offenbach.....	597
4. Carte du Bassin de Mayence. — 1/500 000.....	600
5. Coupe à Gross Karben.....	603
6. Coupe à Biebrich.....	616

Pl. VIII. — Vue d'une carrière à Weinheim.
Vue d'une carrière à Nieder-Ingelheim.

Pl. IX. — Vue d'une carrière à Weisenau.
Vue d'une carrière à Biebrich.

Séance du 20 juin 1910.

Nécrologie. — TABARIÈS DE GRANDSAIGNES.	
I. PERVINQUIÈRE, LOUIS GENTIL, Jean BOUSSAC, Jules WELSCH. — Présentations d'ouvrages.....	626-627
L. CAREZ. — Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon Bertrand sur la structure des Pyrénées.....	627
LÉON BERTRAND, L. CAREZ. — Observations.....	628-629
PONTIER. — Note sur l' <i>Elephas primigenius</i> de la vallée de l'Aa.....	629
Jules WELSCH. — Les marnes sableuses de Cabrières d'Aygués (Vaucluse) et de Carnot (Algérie).....	629
V. PAQUIER. — Sur la présence du genre <i>Petalodontia</i> dans le Sénonien supérieur des petites Pyrénées de la Haute-Garonne.....	630
R. LARGER. — De l'extinction des espèces par la « dégénérescence » ou mala-	

	Pages
die des Rameaux phylétiques. Introduction à une Paléopathologie générale.....	631
Henri DOUVILLÉ. — Observations sur les Ostréidés. Origine et classification.....	634
Pl. X. — FIG. 1. <i>Ostrea bellovacina</i> LAMK.	
2-3. — <i>multicostata</i> DESH.	
4-5. — — — var. <i>inaequicostata</i> .	
6-9. — <i>strictiplicata</i> .	
Pl. XI. — FIG. 1-2. <i>Lopha Tissoti</i> TH. et P.	
3-7. — <i>Bursauxi</i> H. DOUV.	
8-16. — <i>Rouxi</i> H. DOUV.	
15. — <i>crystalula</i> H. DOUV.	
17. <i>Ostrea strictiplicata</i> .	
L. PERVINQUIÈRE. — Observations.....	645
H. ROUX et H. DOUVILLÉ. — La Géologie des environs de Redeyef (Tunisie).....	646
FIG. 1. Coupe par Aïn-Moularès.....	648
2. Coupe du Djebel-Bliji.....	649
3. Coupe au N. du Dj. Bliji.....	650
4. Coupe du col du Zarif et Ouar.....	652
L. PERVINQUIÈRE. — Observations.....	659
A. MERLE et E. FOURNIER. — Sur le Trias marin du Nord de Madagascar..	660
FIG. 1. Coupe de la région de l'Andarakaera.....	664
H. DOUVILLÉ. — Observation.....	664

Séance du 27 juin 1910.

Ph. GLANGEAUD, P. TERMIER, J. DE LAPPARENT, W. VON SEDLITZ, Paul LEMOINE, LOUIS GENTIL. — Présentations d'ouvrages.....	665-666
LÉON CAREZ. — Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon Bertrand sur la structure des Pyrénées (suite).....	666
R. CHUDEAU. — Note sur la Mauritanie.....	667
Ch. DÉPÉRET. — Sur l'âge des marnes de Carnot (Algérie).....	668
J. COTTREAU. — Observations.....	668
G. B. M. FLAMAND. — Observations à la communication sur les brèches osseuses à perforations des Lithodomes de la Grotte du Prince, faite par M. Boule, le 18 avril 1910.....	669
L. CAREZ. — Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises.....	670
L. CAREZ. — Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre.....	682
FIG. 1. Coupe du col de Somport à la Peña de Oroel.....	683
2. Coupe de la Peña de Santo Domingo.....	684
3. Coupe de Salinas-de-Jaca.....	685
4. Coupe de la Peña Mayor.....	687
5. Coupe au Nord d'Hecho.....	687
6. Carte des environs d'Estella.....	688
P. H. FRITEL. — Observations sur la flore fossile des grès thanétiens de Vervins (Aisne) et revision des espèces qui la composent.....	691
FIG. 1. Rameau de <i>Doliosirobus</i>	693
2. Fronde du <i>Sabalites Chatiniana</i> CRÉ et <i>S. primæva</i> SCHIMP.....	694
3. Fronde du <i>Flabellaria hœringiana</i> et de <i>S. andegavensis</i> SCHIMP.....	695
4. Empreinte du <i>Cyperites carinatus</i>	696
5. Feuilles du <i>Myrica acuminata</i>	698
6. — du <i>Dryophyllum curlicellense</i> SAP.....	700
7. — du <i>Dryophyllum laxinerve</i> SAP. et MAR.....	704
8. <i>Oreopanax cf. aquisextiana</i> SAP. Feuilles.....	703
9. <i>Myrtophyllum Warderi</i> LESQX. Feuilles.....	705
10. <i>Stachycarpus eocenica</i> ST. MEUNIER. Fruits.....	708

- Pl. XII.** — FIG. 1. *Fragment de fronde de Palmier, type du Poacites absoletus* WAT.
 2. *Fragment de bois de Dicotylédone ind. type du Bambusium Papilloni* WAT.
 3. *Myrica acuminata* UNGER. Feuilles.
 4-5. *Comptonia Schrankii* BERRY. Feuilles.
 6-7. *Dryophyllum laxinerve* SAP. et MAR. Limbe.
 8. *Sterculia Labrusca* UNGER. Fronde.
 9. *Myrtophyllum Warderi* LESQX. Feuilles.
 10. *Stachycarpus eocenica* ST. MEUNIER. Épi.

Pl. XIII. — FIG. 1-2. *Aralia (Oreopanax) Papilloni* (WAT) FRITEL. Feuilles.

Séance du 7 novembre 1910.

Nécrologie. — R. BASSET-BONNEFONS, F. CAMBESSEDÉS, E. DANILOFF, M. MIQUEL E IRIZAR, G. ROLLAND.....	710
Proclamation de nouveaux membres. — MM. R. DECARY, P. ROUX.	
PRINCE DE MONACO, LÉON BERTRAND, Robert DOUVILLÉ, G. DOLLFUS, Henri DOUVILLÉ, Emm. DE MARTONNE, APM. THEVENIN, A. LACROIX. — Présentations d'ouvrages.....	710-713
Lucien et Jean MORELLET. — Découverte d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens de Chalons-sur-Vesle.....	713
Léon BERTRAND. — Sur deux points de la géologie pyrénéenne : le Pech-Saint-Sauveur et la fenêtre d'Arbas.....	714
L. CAREZ. — Observations.....	716
W. KILIAN. — Récurrences glaciaires dans la gorge de Fort-de-l'Écluse...	716
W. KILIAN. — Les terrains néocrétacés de Scanie.....	717
W. KILIAN. — Les études glaciologiques dans les Alpes.....	718
J. DEPRAT. — Observations sur la géologie du Nord-Annam.....	718
J. DEPRAT. — Résumé des résultats de la mission géologique du Yunnan. 1909-1910.....	719
L.-Col. AZÉMA. — Note sur les grès à Sabalites de la Mayenne.....	721
A. TOUCAS. — Sur la classification des Hippurites.....	723
Henri DOUVILLÉ. — Observations.....	727
Marius FILLIOZAT. — La craie de Blois et le niveau à Uintacrinus.....	728
Robert DOUVILLÉ. — Un <i>Virgatites</i> du Caucase occidental : origine méditerranéenne de ce genre ; <i>Ataxioceras</i> , <i>Pseudovirgatites</i> et <i>Virgatosiphinctes</i>	730
FIG. 1-2. <i>Virgatites Panderi</i> d'EICHW.....	731
Tableau phylétique des genres <i>Craspedites</i> et <i>Virgatites</i>	736
Édouard HARLÉ. — Porc-Épic quaternaire des environs de Montréjeau (Haute-Garonne).....	740
FIG. 1. <i>Incisive de Porc-Épic</i>	742
Édouard HARLÉ. — Ossements découverts par MM. de Cerralbo, Alcade et Carballo, en Espagne.....	746

Séance du 21 novembre 1910.

Proclamation d'un nouveau membre. — M. Jean MORELLET.....	748
M. LERICHE, L. CAYEUX, P. LORY, O. COEFFON, Henri DOUVILLÉ. — Présentations d'ouvrages.....	748
G. FERRONNIÈRE. — Excursions dans la région ouest de la feuille de Nantes.	749
P. LORY. — Les phénomènes quaternaires étudiés par les excursions A ² et A ⁴ du Congrès géologique de Suède.....	750
Pierre TERMIER. — L'excursion A ² du 11 ^e Congrès géologique international.	752
L. CAREZ, BIGOT. — Observations.....	776

Séance du 5 décembre 1910.

A. GUÉBHARD, P. COMBES, G. NÈGRE, F. CANU, O. MENGEL, LAUBY, M. FILLIOZAT, P. LEMOINE, SPART-MENTEATH, C. PASSERAT. — Présentations d'ouvrages.....	778-780
LOUIS GENTIL. — Résultats de sa mission au Maroc (1910).....	708
CARL RENZ. — Sur de nouveaux affleurements du Carbonifère en Attique..	782
CARL RENZ. — Nouvelles recherches géologiques en Grèce.....	783
L. DE LAUNAY et G. URBAIN. — Recherches sur la métallogénie des blindes et des minéraux qui en dérivent.....	787

Séance du 19 décembre 1910.

Vœu du Conseil de la Société à propos du projet de loi relatif aux fouilles intéressant l'Archéologie et la Paléontologie.....	796
J. G. ANDERSSON, JEAN BRUNHES, M. COSSMANN, DOM VALETTE. — Présentations d'ouvrages.....	797-798
W. KILIAN. — Sur le genre <i>Ammonitoceras</i>	798
A. DE GROSSOUVRE. — Sur les environs de Luçon.....	799
MARIUS FILLIOZAT. — Types nouveaux de Polypiers éocènes.....	801
Pl. XIV. — Fig. 1-3. <i>Astrocœnia Dollfusi</i> FILLIOZAT.	
4-6. <i>Gravieropsammia cornucopiæ</i> FILLIOZAT.	
7-11. <i>Felixopsammia arcuata</i> FILLIOZAT.	
G ^{al} DE LAMOTHE. — Note préliminaire sur les terrasses des environs de Valence.....	805
J. LAMBERT. — Note sur quelques Échinides recueillis par M. Dalloni dans les Pyrénées de l'Aragon.....	808
Pl. XV. — Fig. 1-3. <i>Physaster Vasseuri</i> DALLONI et LAMBERT.	
4-5. <i>Epiaster Dallonii</i> LAMBERT.	
6-7. <i>Hemiaster aragonensis</i> LAMBERT.	
8-10. — <i>Dallonii</i> LAMBERT.	
11-12. — <i>incrassatus</i> LAMBERT.	
13-14. <i>Isomieraster Dallonii</i> LAMBERT.	
ALBERT MICHEL-LÉVY. — Analogies des terrains primaires du Sud des Vosges et de ceux du Morvan.....	816
Fig. 1. <i>Carte structurale du Sud des Vosges.</i> — 1/300 000.....	827
GEORGES MOURET. — Note sur le prolongement probable vers le Sud du chenal houiller de Mauriac.....	829
Fig. 1. <i>Carte des environs de Maurs (Cantal).</i> — 1/425 000.....	832
F. CANU. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France.	840
Pl. XVI. — Fig. 1. <i>Membranipora quadrifascialis</i> CANU.	
2. — <i>hiarritziana</i> CANU.	
3. — <i>sp.</i>	
4. <i>Micropora erecta</i> CANU.	
5. <i>Cribilina hiarritzensis</i> CANU.	
6. <i>Micropora impressa</i> MOLL.	
7, 8. <i>Bactridium labiatum</i> CANU.	
9, 10. <i>Lunulites urceolata</i> CUVIER.	
11-13. — <i>androsaces</i> MICHELOTTI.	
Pl. XVII. — Fig. 1. <i>Tubucellaria mamillaris</i> MILNE-EDWARDS.	
2. <i>Porina</i> (?) <i>contorta</i> CANU.	
3, 4. <i>Monopora labiata</i> D'ARCHIAC.	
5. <i>Smittia sextapuncta</i> CANU.	
6. <i>Schizoporella Hoernesii</i> REUSS.	
7-9. <i>Porina</i> (?) <i>mamillata</i> D'ARCHIAC.	
Pl. XVIII. — Fig. 1-3. <i>Smittia aviculifera</i> CANU.	
4-7. <i>Monopora ampulla</i> D'ARCHIAC.	
8-10. <i>Hippoporina subchartacea</i> D'ARCHIAC.	

- Pl. XIX.** — Fig. 1, 2. *Porella cervicornis* PALLAS.
 3, 4. *Fedora glandulosa* D'ARCHIAC.
 5. *Schizoporella Hoernesii* var. *procumbens* CANU.
 6. *Smittia excentrica* CANU.
 7-9. *Prattia glandulosa* D'ARCHIAC.

Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Valence, Alais et Nîmes.

Liste des membres et personnes étrangères ayant pris part à la Réunion...	857
Programme des Excursions dirigées par MM. SAYN et ROMAN.....	858
Fig. 1. <i>Itinéraire suivi par la Société géologique</i>	860
Liste des principales publications relatives à la région étudiée.....	861

Séance du 22 septembre 1910, à Valence.

Élection du Bureau.....	863
G. SAYN. — Allocution.....	863

Séance du 25 septembre 1910, à Montélimar.

A. RICHÉ. — Excursion du 22 sept. à la Montagne de Crussol.....	865
Fig. 2. <i>Coupe de Crussol</i>	866
G. SAYN. — Excursion du 23 sept. à Pontaix, La Clastre et Aouste.....	
Fig. 3. — <i>Coupe du Barrémien et de l'Hauterivien de Piégros</i>	877
<i>Tableau des relations entre le faciès mixte du Crétacé inférieur de Grenoble et les faciès alpin et jurassien</i>	878-879
L. JOLEAUD. — Observations.....	880

Séance du 27 septembre 1910, à Alais.

G. SAYN. — Excursion du 24 sept. à Cobonne et Livron.....	880
Fig. 4. <i>Coupe du Barrémien et de l'Hauterivien de Cobonne</i>	881
G. SAYN. — Excursion du 25 sept. à Donzère, Saint-Thomé et la Farge....	884
Fig. 5. <i>Coupe des environs de Viviers</i>	885
G. SAYN. — Excursion du 26 sept. à Vogüé et aux gorges de l'Ardèche....	889
Fig. 6. <i>Coupe des environs de Ruoms</i>	891
F. ROMAN. — Excursion du 27 sept. à Brouzet et à Saint-Just.....	892
Fig. 7. <i>Coupe de la route d'Alais à Brouzet</i>	893
G. SAYN. — Observations.....	894
Fig. 8. <i>Coupe de Brouzet à Euzet</i>	895
Ch. DEPÉRET, G. SAYN, P. LORY, L. JOLEAUD. — Observations.....	899

Séance du 28 septembre, à Nîmes.

G. SAYN, MAZAURIC, F. ROMAN. — Allocutions.....	896-899
F. ROMAN. — Excursion du 28 sept. dans le bassin d'Alais.....	901
Fig. 9. <i>Coupe du bassin d'Euzet en suivant la route</i>	904
F. ROMAN. — Excursion du 29 sept. à Saint-Mamert et aux env. de Nîmes...	905
G. DEPÉRET, L. MAURETTE. — Observations.....	906
G. SAYN, Ch. DEPÉRET, L. JOLEAUD, ALMERA, JODOT, MAZAURIC. — Clôture de la Réunion.....	908-909

- Pl. XX.** — Fig. 1. Conglomérats stampiens au pont d'Avène, près Alais.
 2. Marnes valanginiennes à Pontaix (Drôme).
 3. L'Hauterivien de a vallée de l'Ardèche entre Ruoms et Vallon.

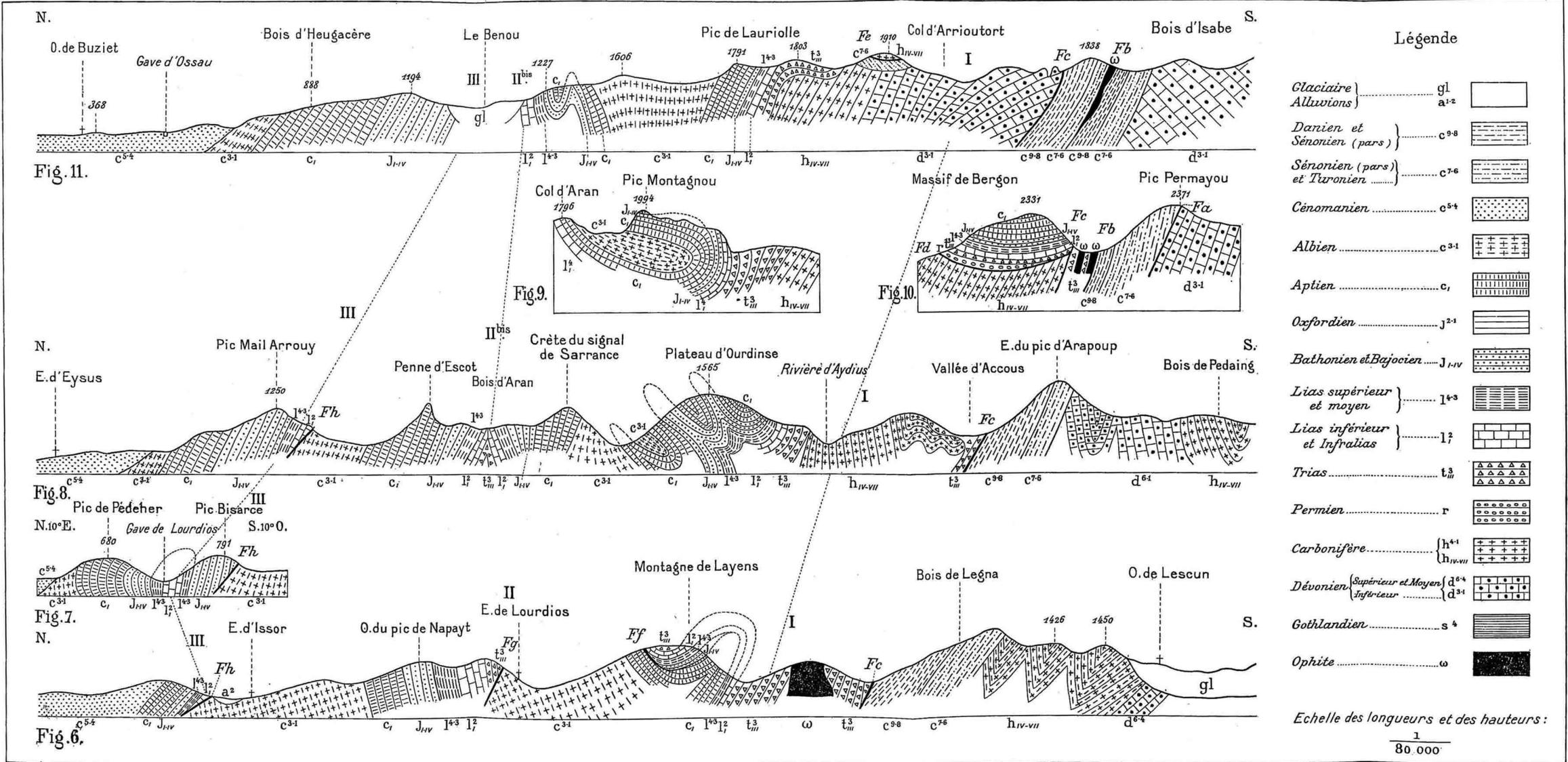
- Pl. XXI.** — Fig. 1. Carrières des Angustines, près Brouzet
 2. Superposition du Barrémien récifal sur le Barrémien inférieur aux Angustines.

L. LAURENT. — Étude phytologique sur le bassin de Célas.....	919
Ch. DEPÉRET. — Le gisement de Mammifères d'Euzet-les-Bains (Ludien inférieur.).....	914
F. ROMAN. — Faune saumâtre du Sannoisien du Gard.....	927
Fig. 1. — <i>Bithinella Rhodania</i> F. ROMAN.....	931
2. — — <i>meridionalis</i> F. ROMAN.....	932

- Pl. XXII.** — Fig. 1-4. *Melania (Tarebia) barjacensis* FONTANNES.
 6. — — (*Eumelania*) *vardonica* FONTANNES.
 7. — — — *Juliani* DEPÉRET.
 8. — — (*Jacquotia*) *apirospira* FONTANNES.
 9. *Melanoïdes albigensis* NOULET var. *Dumasi* FONT.
 10. *Neritina lautricensis* NOULET var. *Sauvagesi* FONTANNES.
 11. — — *cryptospirodes* FONTANNES.
 12. *Limnea iontonensis* ROMAN.

- Pl. XXIII.** — Fig. 1. *Nystia plicata* d'ARCHIAC et VERNEUIL.
 2. — — *vardonica* ROMAN.
 3. *Juliania expansa* DEPÉRET.
 4. — — *Nicolasi* ROMAN.
 5. *Hydrobia celasensis* FONTANNES.
 6. *Assiminea Nicolasi* ROMAN.
 7-9. *Bithinia oxispiriformis* ROMAN.
 8. — — *ugernensis* ROMAN.
 10. *Planorbis stenocyclotus* FONTANNES.

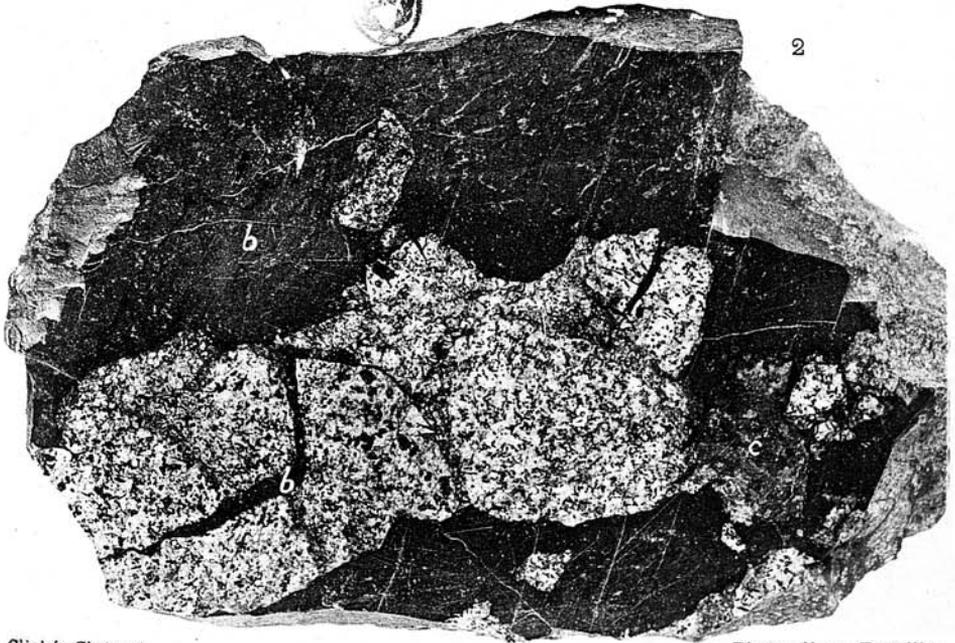
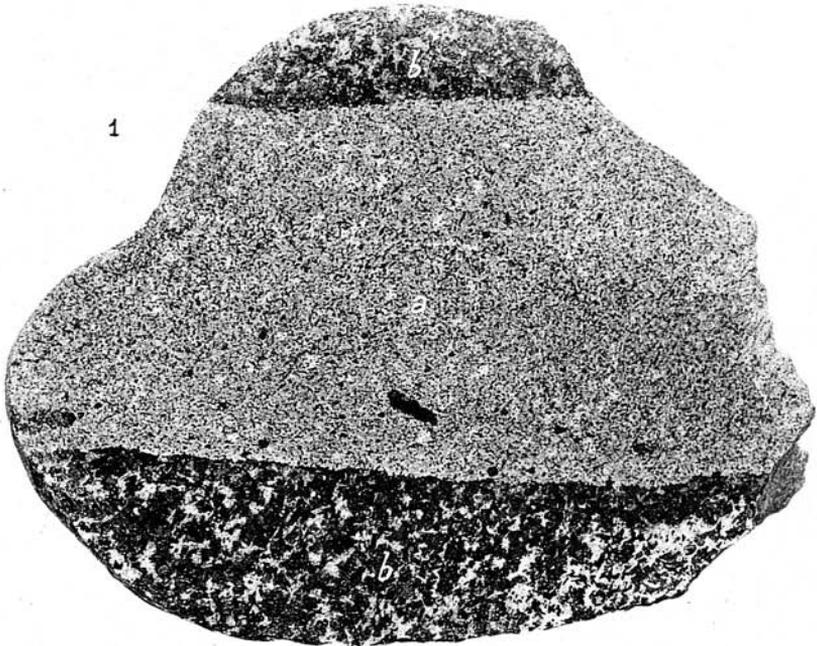
- Pl. XXIV.** — Fig. 1. *Stalioa Allardi* ROMAN.
 2. — — *compensis* ROMAN.
 3, 4. *Melanopsis romejacensis* FONTANNES.
 5. — — (*Stylospirula*) *acrolepta* FONTANNES.
 6. *Limnea pyramidalis* BRONN.
 7. *Planorbis Rouvillei* FONTANNES.
 8. *Cyrena Carezi* FONTANNES.
 9. — — *Dumasi* M. DE SERRES.
 10. *Potamides aporoschema* FONTANNES.



Coupes générales de la feuille de Mauléon (la partie primaire méridionale d'après M. Bresson.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

1. — Filon de *syénite néphélinique à biotite* (a) dans un bloc de *gabbro néphélinique* (b).
2. — Enclave de *monzonite néphélinique* (c) dans la *camptonite* (b).
Vallée de Papenoo.
Photographies en grandeur naturelle.



Clichés Cintract

Photocollogr. Tortellier

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Brèche de *monzonite néphélinique* (a) renfermant quelques fragments de roches noires microlitiques (e).

Cette brèche est traversée par une veinule de *syénite néphélinique* à structure foyaïtique, à éléments fins sur ses bords (c) et à éléments plus gros dans sa partie axiale. Il en part une apophyse (d), à structure microlitique; çà et là, le magma syénitique a fusé dans la brèche, s'y consolidant sous une forme microlitique extrêmement fine (g).

Vallée de Papenoo.

Photographie agrandie d'un tiers environ.

NOTE DE M. A. Lacroix

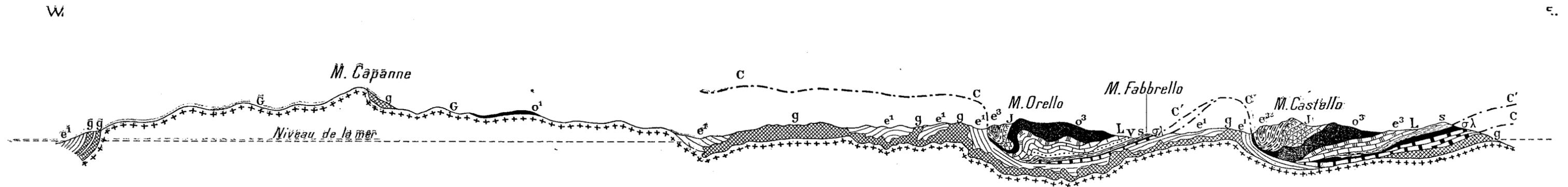
Bul. Soc. Géol. de France

S. 4; T. X; Pl. IV (21 Juin 1909)



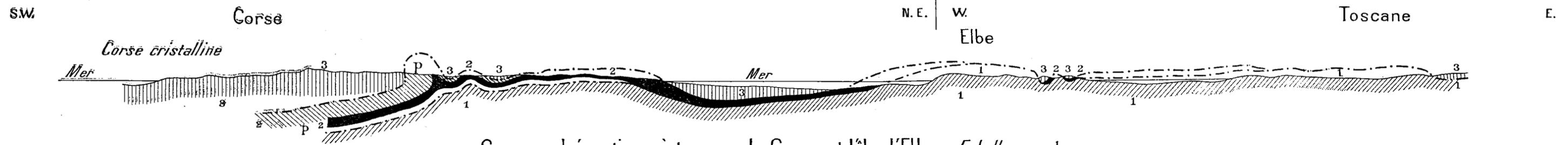
Gliché Cintract

Photocollogr. Tortellier



Coupe Ouest-Est à travers l'île d'Elbe (Coupe de M. B. Lotti un peu rectifiée et différemment interprétée) — Echelle : $\frac{1}{75.000}$

Légende: G. granite (écrasé tout à l'est) g. microgranite (écrasé et laminé tout à l'est) e¹. Eocène et o¹ roches vertes de la série I λ. schistes lustrés σ. Serpentine des schistes lustrés s. Silurien
 V. Verrucanà L. Lias et Infralias e³. Eocène, inférieur et sup. de la série III J. jaspes o³. roches vertes de la série III C. — C'. surfaces de charriage



Coupe schématique à travers la Corse et l'île d'Elbe Echelle : $\frac{1}{750.000}$

Légende: 1 — Série I, ou pays profond, affleurant à l'île d'Elbe et en Toscane, mais non en Corse
 2 — Série II, ou des schistes lustrés. Les hachures et la lettre p indiquent le granite alcalin laminé ou écrasé (protogine), le noir opaque, les schistes lustrés
 3 — Série III, ou cristalline dans la Corse occidentale, sédimentaire et ophiolitique dans la Corse orientale, l'île d'Elbe et la Toscane
 , surfaces de charriage

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

A. Poissons du Crétacé inférieur (Néocomien) du Bassin de Paris.

- Fig . — *Asteracanthus cf. acutus* L. AGASSIZ. Épine d'une nageoire dorsale, vue de profil; 1 a, la même, vue par la face postérieure. Échelle : 1/1.
2. — *Hybodus basanus* EGERTON. Épine d'une nageoire dorsale, vue de profil; 2 a, la même, vue du côté antérieur. Échelle : 1/1.
3. — *Cestracion* sp. Dent latérale, vue par la face orale. Échelle : 2/1.
4. — *Notidanus Muensteri* L. AGASSIZ. Dent latérale de la mâchoire inférieure, vue par la face externe; 4 a, la même, vue par la face interne. Échelle : 1/1.
5. — *Ischyodus Thurmanni* PICTET et CAMPICHE. Dent mandibulaire droite, vue par la face orale. Échelle : 1/1.
a. e., triturateur antéro-externe; m., triturateur médian; p. e., triturateur postéro-externe; s., triturateur symphysaire.
6. — *Microdon Muensteri* (L. AGASSIZ) PICTET et CAMPICHE. Splénial droit, vu par la face orale. Échelle : 1/1.

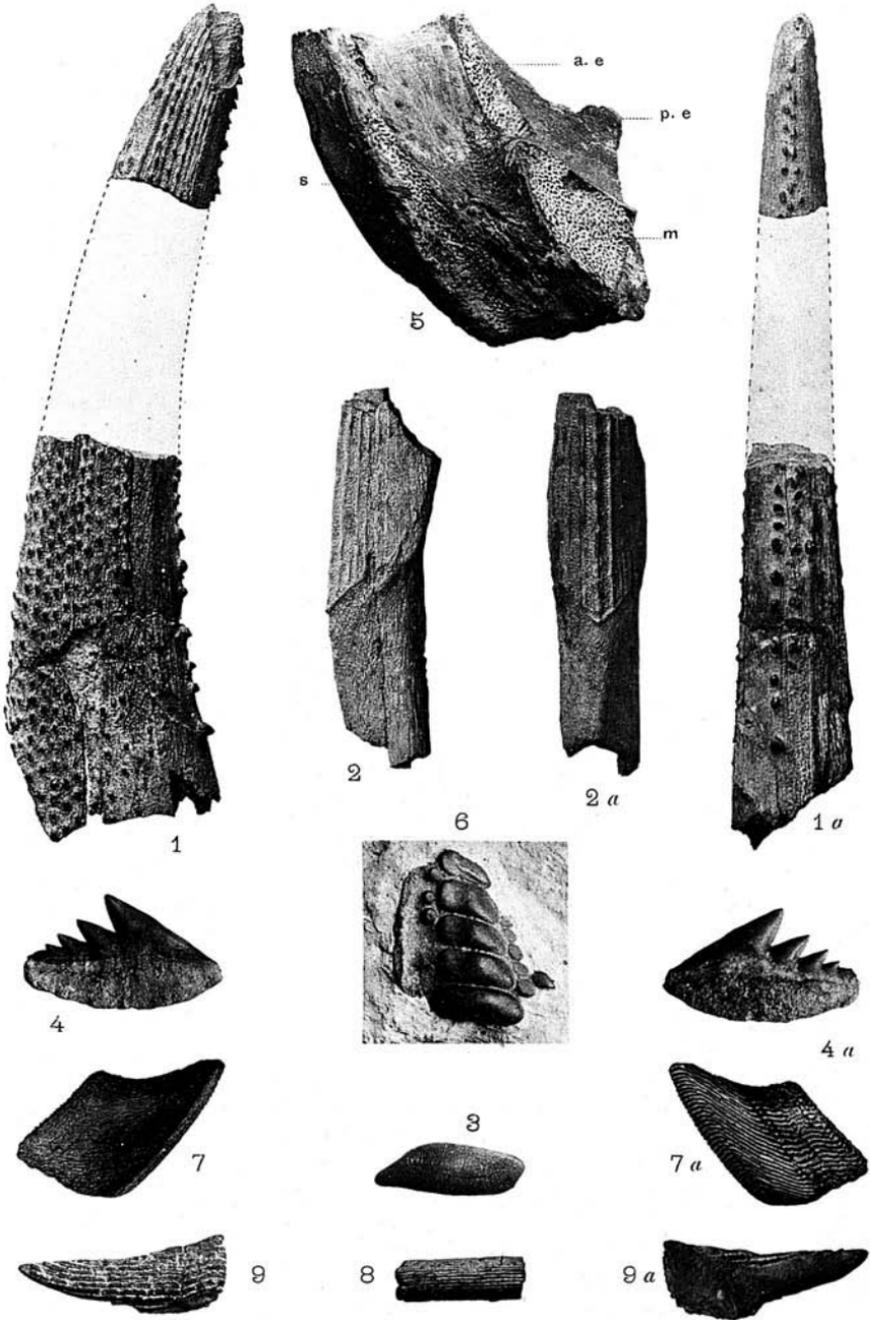
B. Poissons du Crétacé supérieur du Bassin de Paris.

7. — *Elasmodus crassus* HÉBERT. Dent mandibulaire gauche, vue par la face orale; 7 a, la même, vue par la face inférieure. Échelle : 1/1. — Étage : Sénonien (Ass. à *Belemnites mucronata*).
8. — *Cylindracanthus cretaceus* DIXON. Portion de rostre. Échelle : 1/1. — Étage : Cénomaniens.

C. Poisson néogène de la Catalogne.

9. — *Tetraodon* sp. Demi-mâchoire, vue par la face externe; 9 a, la même, vue par la face interne. Échelle : 2/1.

NOTE DE M. M. Leriche

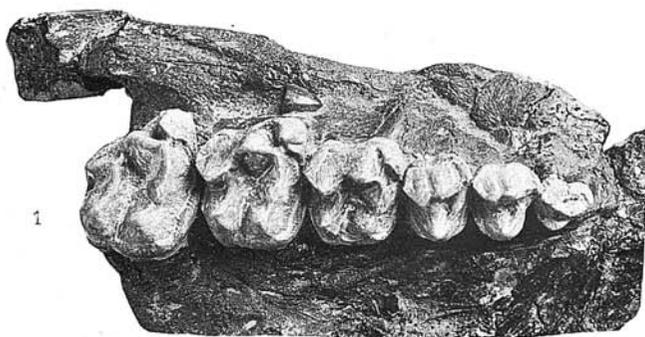


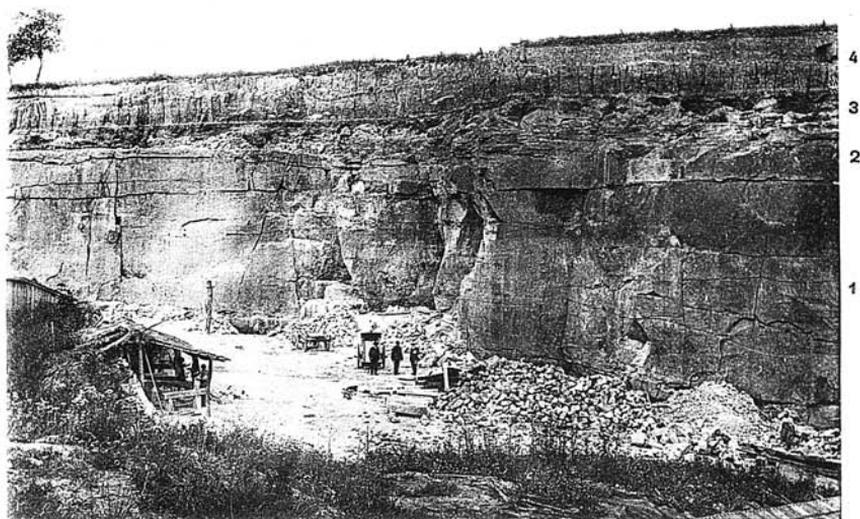
Photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

- FIG. 1. — **Lophiaspis Maurettei** DEPÉRET. Moitié droite de palais, comprenant les 3 P et les 3 M. Type du genre et de l'espèce. Localité : Palette près Aix en Provence.
- FIG. 2. — **Lophiaspis Baicherei** n. sp. Série comprenant p^1 et les 3 M, du côté gauche (un peu incomplète du côté externe). Localité : carrière de Touminet, près Bagnoles (Aude).
- FIG. 3. — **Lophiaspis occitanicus** sp. CUVIER. Portion de palais du côté gauche, comprenant m^1 et m^2 . Localité : route de Saint-Gély du Fesc au Nord de Montpellier.
- FIG. 4. — **Lophiodon Thomasi** DEPÉRET. Série comprenant p^1 , m^1 et m^2 du côté gauche. Type de l'espèce. Bartonien inférieur de Sergy (Aisne).
- FIG. 5. — **Lophiodon lautricense** NOULET, race **franconicum** MAACK. Sable bartoniens de Berville.

Toutes ces pièces sont de grandeur naturelle.





1. — Carrière à Weinheim



Clichés Dollfus.

2. — Carrière à Nieder-Ingelheim





3. — Carrière de Weisenau



Clichés Dollfus.

4. — Carrière de Biebrich

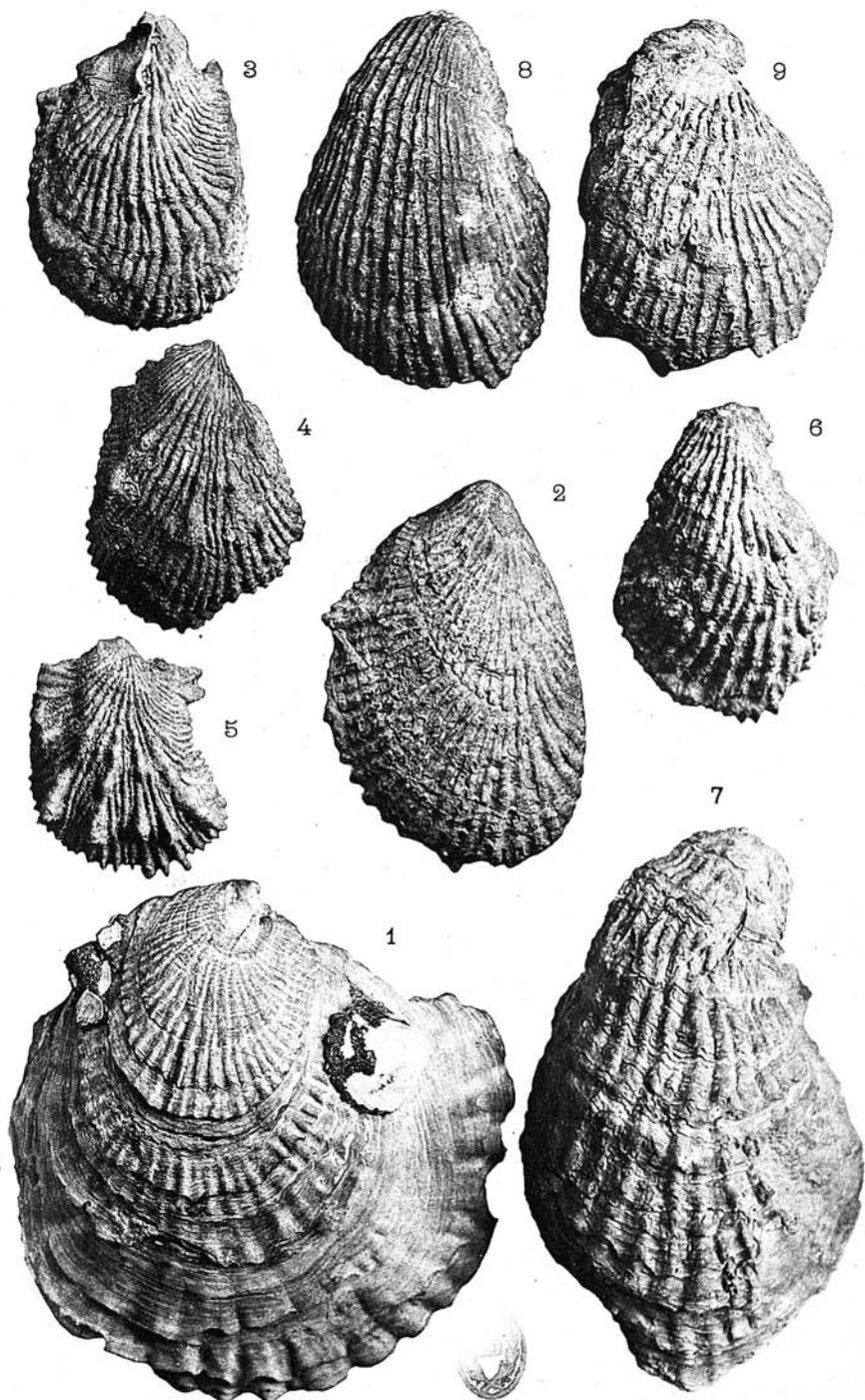
EXPLICATION DE LA PLANCHE X

- FIG. 1. — **Ostrea bellovacina** LAMK., de Noailles, montrant que l'ornementation du jeune ne se distingue pas de celle de l'*O. submissa* DESH.
- FIG. 2. — **O. multicosata** DESH. Bruxelles. Coll. Deshayes.
- FIG. 3. — **O. multicosata**, Zone des phosphates. Redeyef.
- FIG. 4-5. — **O. multicosata**, Même provenance, var. **inæquicosata**.
- FIG. 6-7. — **O. strictiplicata** RAULIN et DELBOS, de la Montagne Noire.
- FIG. 8-9. — **O. strictiplicata** des calcaires siliceux au-dessous des phosphates.

NOTE DE M. Henri Douvillé

Bul. Soc. Géol. de France

S. 4; T. X; Pl. X (20 Juin 1910)



EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

FIG. 1-2. — **Lopha Tissoti** TH. et P. var. falciforme, Dj. Bliji, Danien.

FIG. 3-5. — **Lopha Bursauxi** n. sp. (4 = type) du sommet des marnes Q.

FIG. 6. — — — Variété ovale.

FIG. 7. — — — Variété étroite de Redeyef.

FIG. 8-10. — **Lopha Rouxi** n. sp. de la même localité (9 = type).

FIG. 11-14, 16. — — — Variétés passant aux *Arctostrea*.

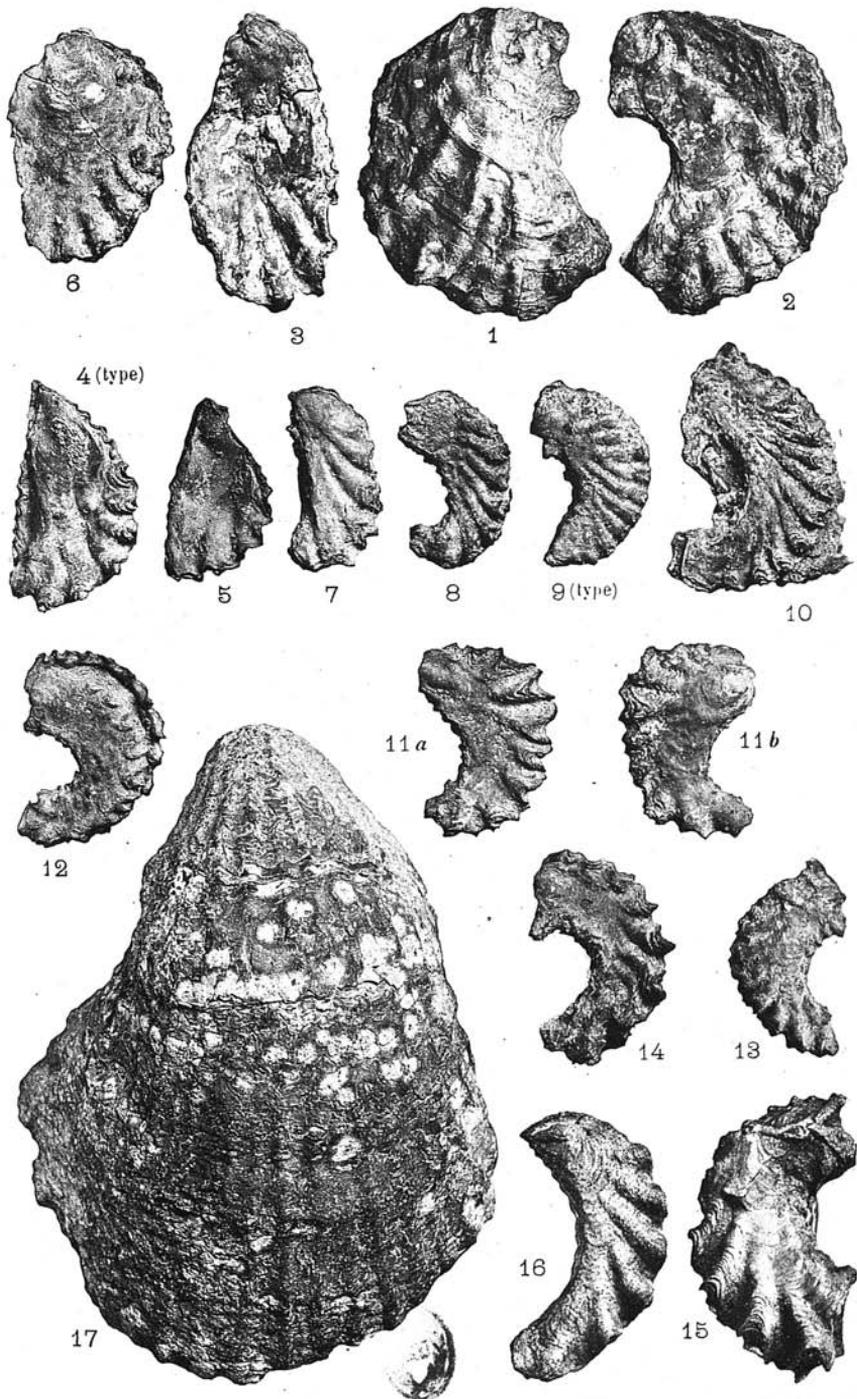
FIG. 15. — **Lopha cristatula** H.D. de St-Marcet (Haute-Garonne), Maëstrichtien.

FIG. 17. — **Ostrea strictiplicata** var., de Redeyef (Calcaire siliceux au-dessous des phosphates).

NOTE DE M. Henri Douvillé

Bul. Soc. Géol. de France

S. 4; T. X; Pl. XI (30 Juin 1910)



EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

- FIG. 1. — Fragment de fronde de Palmier. Échantillon type du **Poacites obsoletus** de WATELET.
2. — Fragment de bois de Dicotylédone indéterminable, type du **Bambusium Papilloni** de WATELET.
3. — **Myrica acuminata** UNGER. Feuille mutilée à la base et au sommet.
- 4-5. — **Comptonia Schrankii** (STERNB.) BERRY. — Base et partie médiane d'une feuille de taille moyenne.
- 6-7. — **Dryophyllum laxinerve** SAP. et MAR. — Parties inférieure et moyenne du limbe.
8. — **Sterculia Labrusca** UNGER. — Échantillon figuré par Watelet sous le nom de *Sterculia verbinensis*.
9. — **Myrtophyllum Warderi** LESQX. — Échantillon figuré par Watelet sous le nom de *Ficus degener* UNGER.
10. — **Stachycarpus eocenica** St. MEUNIER. — Épi fructifère des grès thanétiens de Beuvy (P.-de-C.).

Les échantillons représentés par les figures 1 à 9 appartiennent au musée de Vervins, le n° 10 fait partie des collections géologiques du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Toutes ces figures sont de grandeur naturelle.

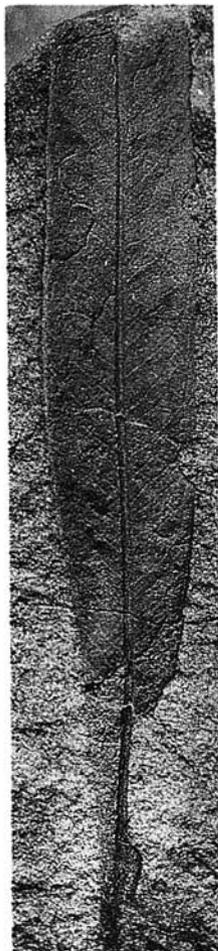
NOTE DE M P.-H. Fritel

Bul. Soc. Géol. de France

S. 4; T. X; Pl. XII (27 Juin 1910)



1



2



3



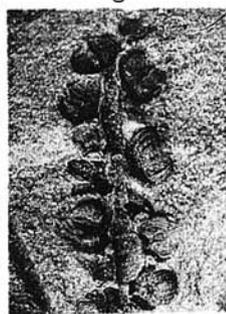
4



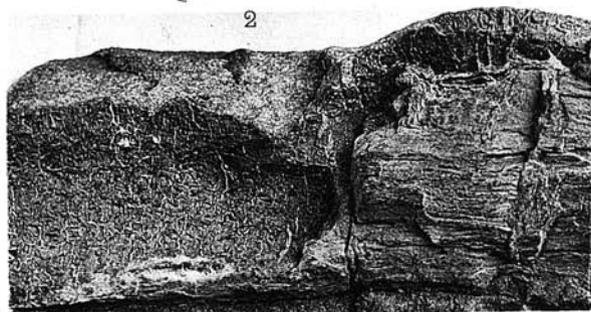
5



6



7



8



9



10

Mâchés P.-H. Fritel



Photocollogr. Tortellier

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Aralia (Oreopanax) Papilloni (WAT.) FRITEL.

FIG. 1. — Empreinte ayant servi de type à Watelet pour son *Platanus Papilloni*.

2. — Autre empreinte appartenant à la même espèce et sur laquelle la nervation est en partie conservée ; un lobe latéral externe a été détruit avant la fossilisation.

Ces deux échantillons, réduits de $1/3$, appartiennent au Musée de Vervins.



1



Clichés P.-H. Fritel

Photocollogr. Tortellier

2

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

FIG. 1 à 3. — **Astrocoënia Dollfusi** n. sp. (Fresville).

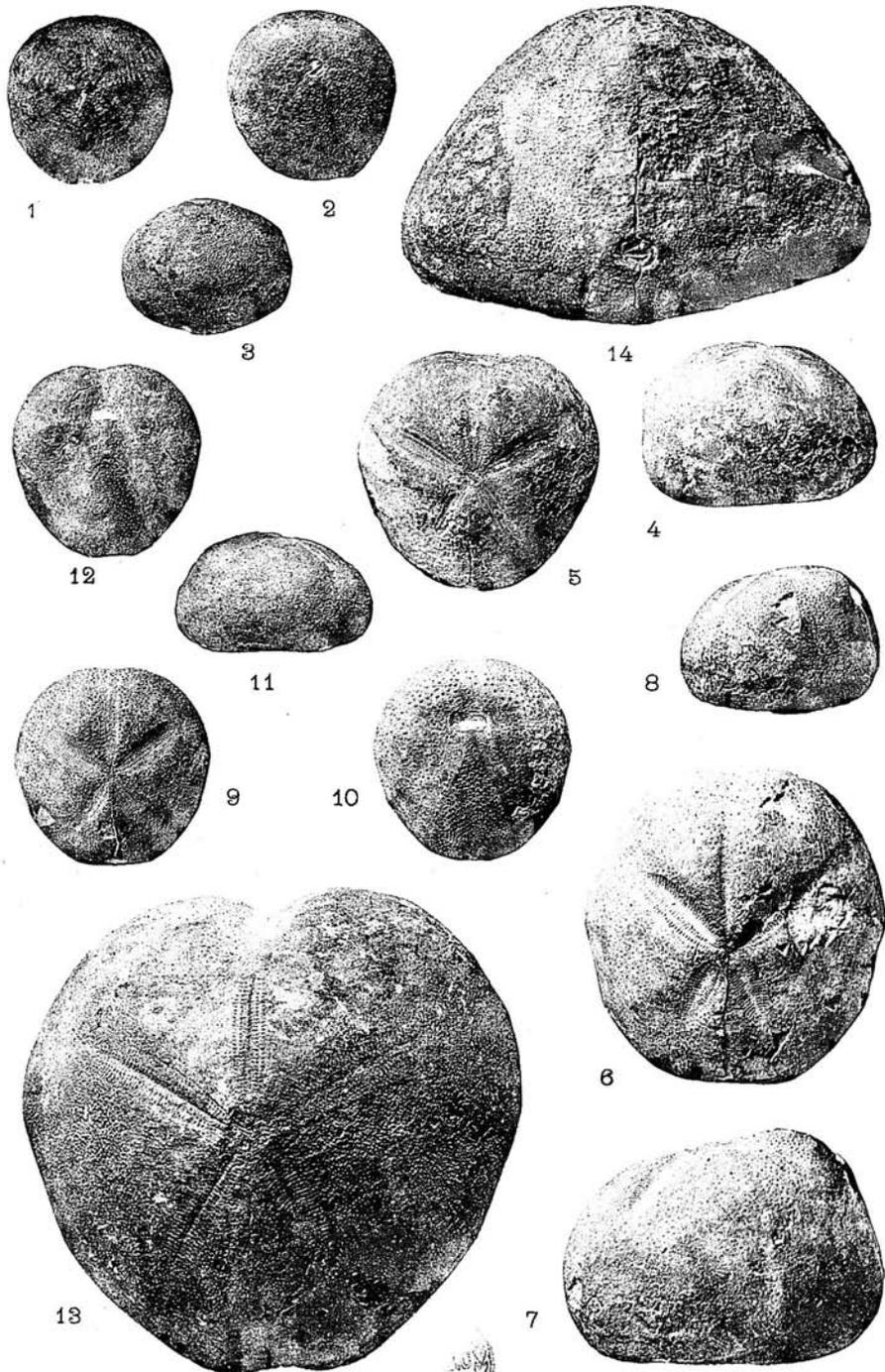
1. Partie de la face supérieure. Gr. 5 fois.
2. Face inférieure montrant l'épithèque. Gr. 2 fois.
3. Coupe verticale. Gr. 2 fois.

FIG. 4 à 6. — **Gravieropsammia cornucopiæ** n.g., n. sp.

4. Échantillon de Parnes montrant, à droite, les traces d'un bourgeonnement basilaire. Gr. 3 fois.
5. Échantillon de Chambors dont la base est brisée. Gr. 2 fois.
6. Calice. Gr. 2 fois.

FIG. 7 à 11. — **Felixopsammia arcuata** n. g., n. sp. (Parnes).

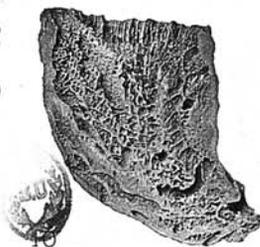
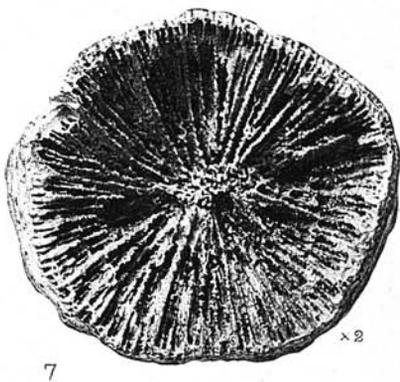
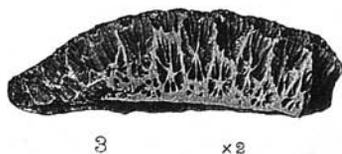
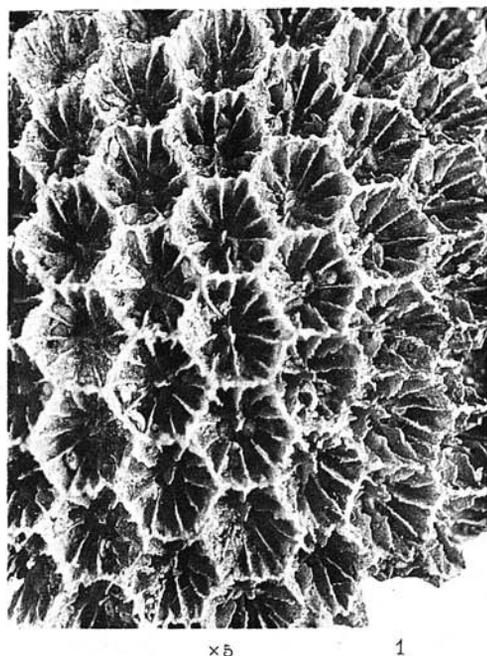
7. Calice. Gr. 5 fois.
- 8-9. Échantillons vus de profil. Gr. nat.
- 10-11. Coupe verticale montrant les larges perforations septales ainsi que l'endothèque très développée. Gr. nat.



Clichés et photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

- FIG. 1. — **Physaster Vasseuri** DALLON et LAMBERT, du Cénomaniien de Sopeira, vu en dessus.
2. — Le même vu en dessous.
3. — Le même vu de profil.
4. — **Epiaster Dallonii** LAMBERT, du Cénomaniien de Sopeira, vu de profil.
5. — Le même vu en dessus.
6. — **Hemiaster aragonensis** LAMBERT, du Cénomaniien de Sopeira, vu en dessus.
7. — Le même vu de profil.
8. — **Hemiaster Dallonii** LAMBERT, du Cénomaniien de Sopeira, vu de profil.
9. — Le même vu en dessus.
10. — Le même vu en dessous.
11. — **Hemiaster incrassatus** LAMBERT, du Cénomaniien de Sopeira, vu de profil.
12. — Le même vu en dessous.
13. — **Isomicraster Dallonii** LAMBERT du Sénonien d'Egea, vu en dessus.
14. — Le même vu par derrière.



Clichés Cintract

Photocologr Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

- Fig. 1. — **Membranipora quadrifascialis** CANU. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 842.
2. — **Membranipora biarritziana** CANU. Lutécien supérieur de la Goureppe. École des Mines. Page 842.
3. — **Membranipora** *sp.* Biarritz. École des Mines.

Dans son Mémoire de 1847, p. 412, d'Archiac ne sait pas si l'espèce ainsi figurée est un *Retepora* ou un *Membranipora*. C'est peut-être une altération du *Membranipora Savarti* AUDOUIN.

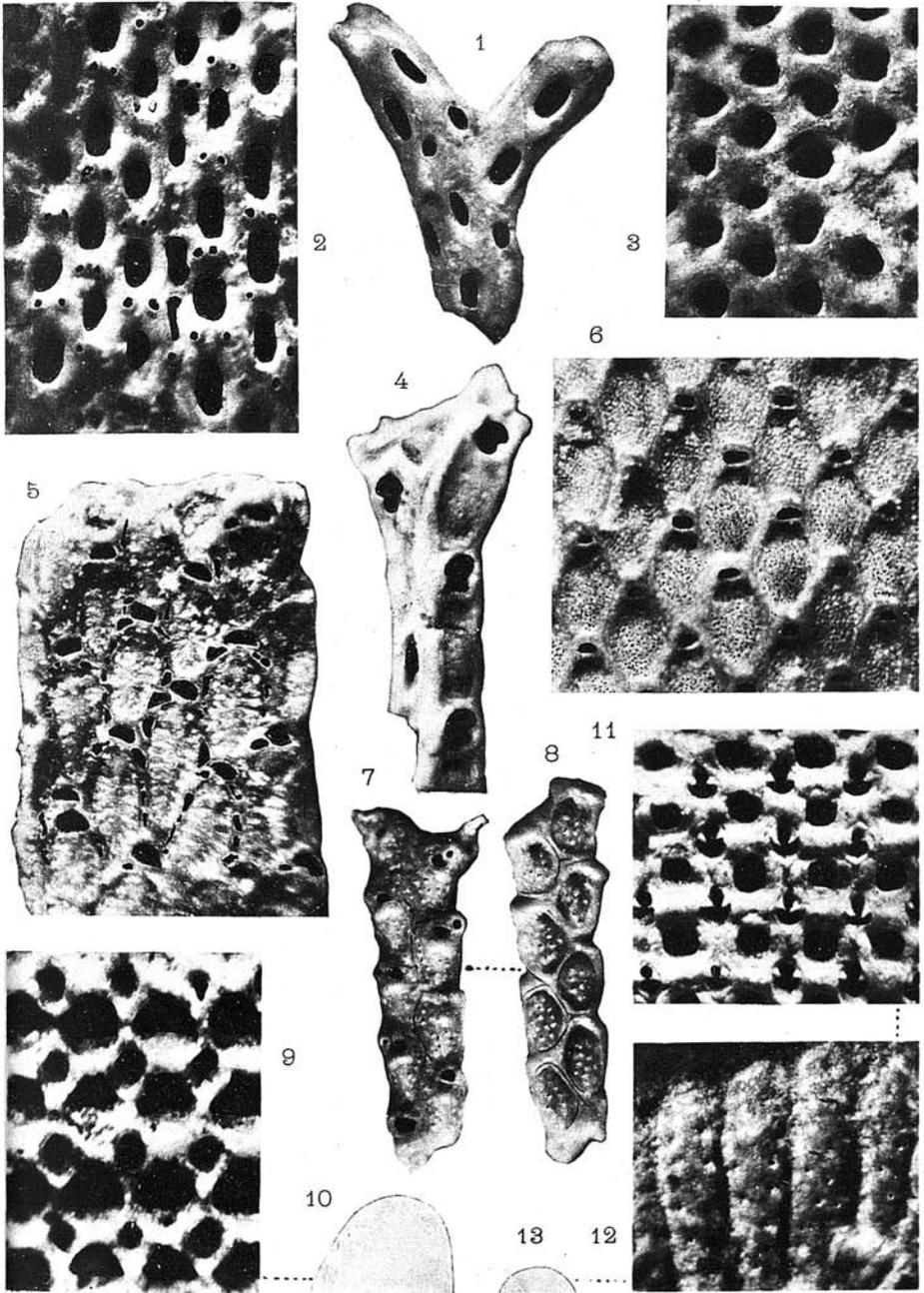
4. — **Micropora erecta** CANU. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 845.
5. — **Cribilina biarritzensis** CANU. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 846.
6. — **Micropora impressa** MOLL. Biarritz. École des Mines. Page 844.
- 7 et 8. — **Bactridium labiatum** CANU. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 846.
- 9 et 10. — **Lunulites urceolata** CUVIER. Biarritz. École des Mines. Page 843.
- 11, 12, 13. — **Lunulites androsaces** MICHELOTTI. Biarritz. École des Mines. Page 843.
- 11, face supérieure; 12, face inférieure; 13, grandeur naturelle.

Toutes les figures de cette planche sont grossies environ 23,5 fois.

NOTE DE M. F. CANU

Bul. Soc. Géol. de France

S. 4; T. X; Pl. XVI (19 Déc. 1910)

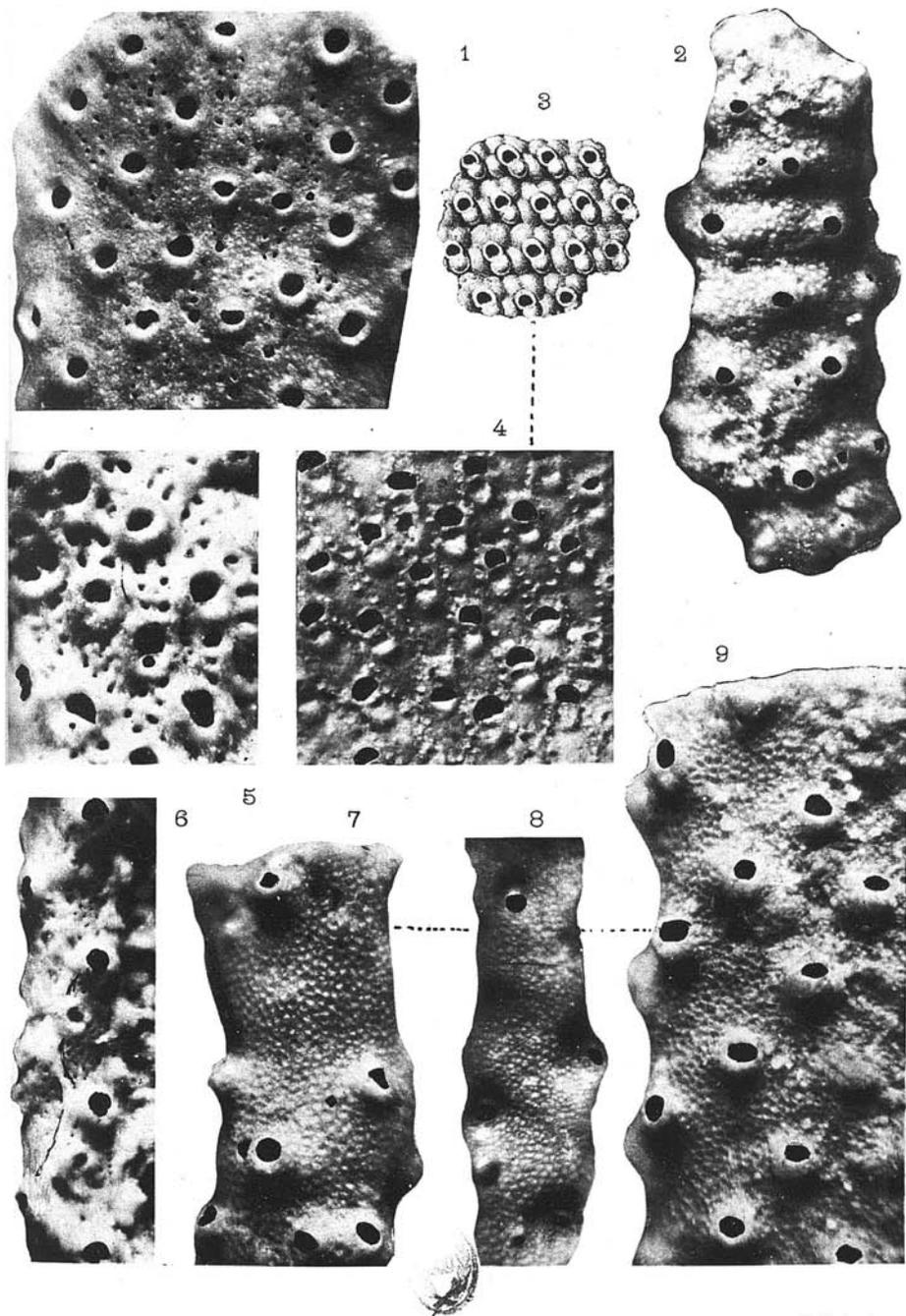


Photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII

- Fig. 1. — **Tubucellaria mamillaris** MILNE-EDWARDS. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 848.
2. — **Porina** (?) **contorta** CANU. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 847.
- 3 et 4. — **Monopora labiata** D'ARCHIAC. Page 851.
3, d'après d'Archiac, Lutécien supérieur de la Goureppe.
4, Auversien de Biarritz (Coll. Canu).
5. — **Smittia sextapuncta** CANU. Biarritz. École des Mines. Page 850.
6. — **Schizoporella Hoernesii** REUSS. Biarritz. École des Mines, Page 853.
- 7, 8, 9. — **Porina** (?) **mamillata** D'ARCHIAC. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. Page 847.
7 et 8 sont des colonies cylindriques; 9 est une moitié de colonie bilamellaire étalée.

Toutes les figures de cette planche sont grossies 23,5 fois.



Photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine).

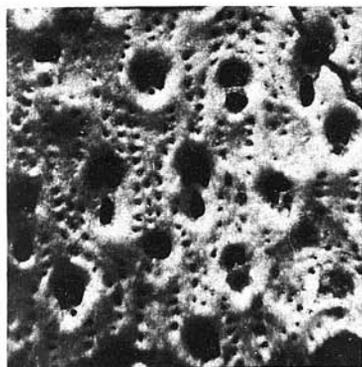
EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

Fig. 1, 2, 3. — **Smittia aviculifera** CANU. Biarritz. École des Mines. Page 840.
3, zoarium grandeur naturelle.

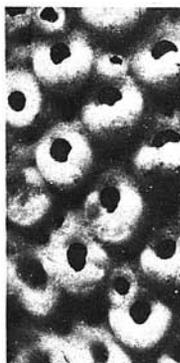
4, 5, 6, 7. — **Monopora ampulla** D'ARCHIAC. Page 851.
4, lèvre brisée, Auversien de Biarritz, Coll. Canu; 5, grandeur naturelle, d'après d'Archiac, École des Mines; 6, lèvre globuleuse, spécimen de d'Archiac à l'École des Mines; 7, lèvre non épaissie, Auversien de Biarritz, Coll. Canu.

8, 9, 10. — **Hippopora subchartacea** D'ARCHIAC. Lutécien supérieur de Biarritz. École des Mines. Page 852.
8, ovicelles; 9, le grand spécimen silicaté de l'École des Mines
10, grossi 12 fois.

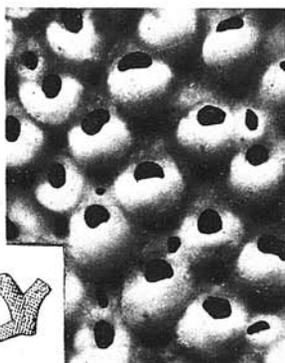
Toutes les figures de cette planche sont grossies environ 23,5 fois.



1



4



6



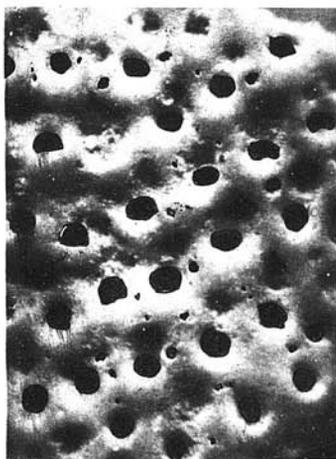
5



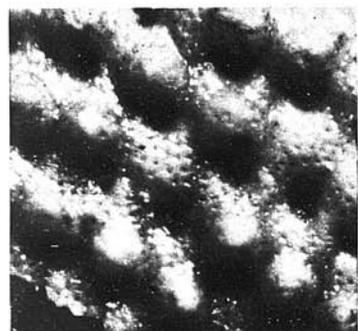
2



3



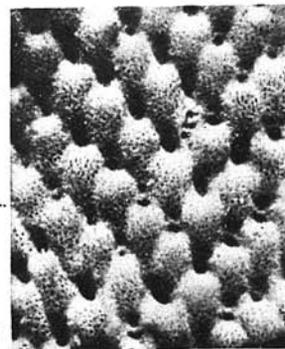
7



8



9



10

Photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX

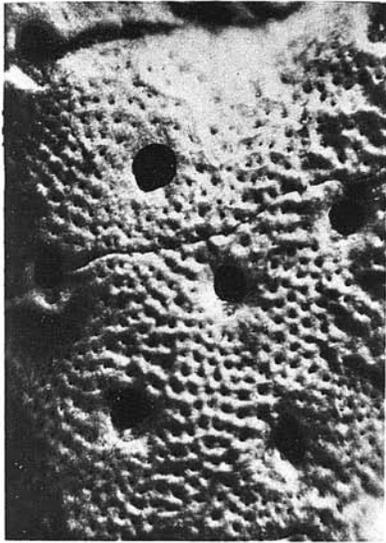
- Fig. 1, 2. — **Porella cervicornis**, PALLAS. Biarritz. École des Mines. Page 850.
2, grandeur naturelle et un peu grossi, d'après d'Archiac.
- 3, 4. — **Fedora glandulosa** D'ARCHIAC. Auversien de Biarritz. Coll.
Canu. Page 854.
4, grandeur naturelle, d'après d'Archiac.
5. — **Schizoporella Hoernesii** var. **procumbens** CANU. Lutécien supérieur de la Goureppe. École des Mines. Page 853.
6. — **Smittia excentrica** CANU. Biarritz. École des Mines. Page 850.
- 7, 8, 9. — **Prattia glandulosa** D'ARCHIAC. Auversien de Biarritz. École des Mines, Page 854.
8, grossi 3 fois.

Toutes les figures de cette planche sont grossies environ 23,5 fois.

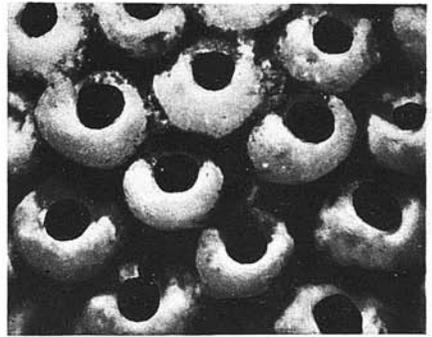
NOTE DE M. F. Canu

Bul. Soc. Géol. de France

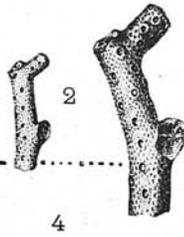
S. 4; T X; Pl. XIX (19 Déc. 1910)



1



3

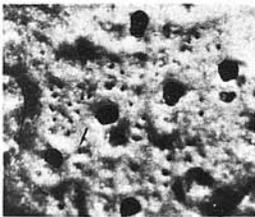


2

4



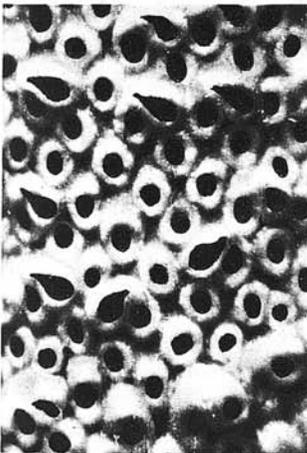
5



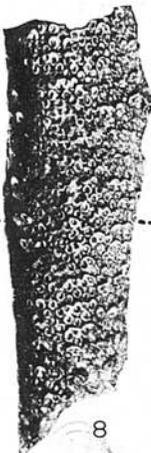
6



9



7



8



Photocollogr. Tortellier, Arcueil (Seine).

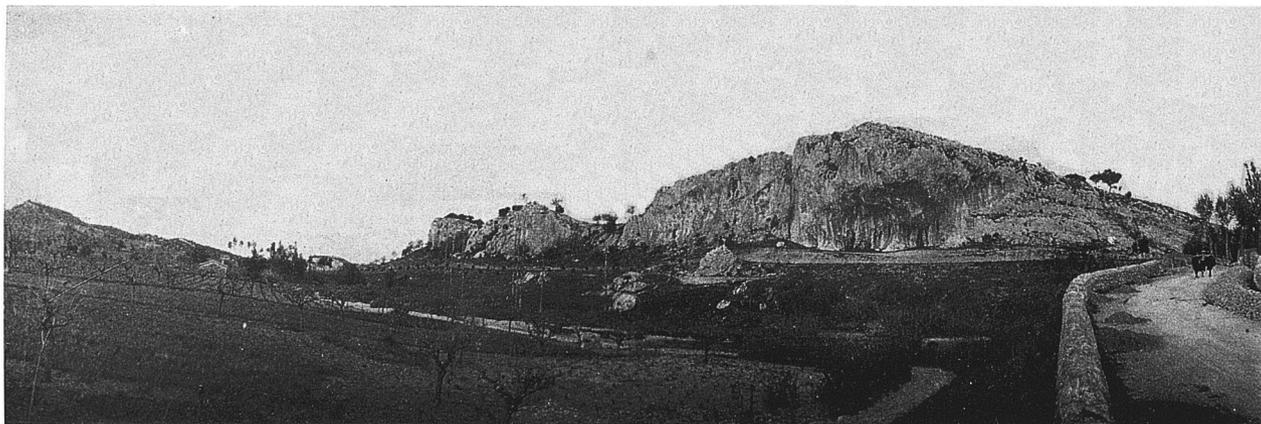


Fig. 1. — Conglomérats stampiens au Pont d'Avène, près Alais.

Cl. F. Roman.



Cl. Doncieux.

Fig. 2. — Marnes valanginiennes à Pontaix (Drôme)



Cl. Doncieux.

Fig. 3. — L'Hauterivien de la vallée de l'Ardèche entre Ruoms et Vallon

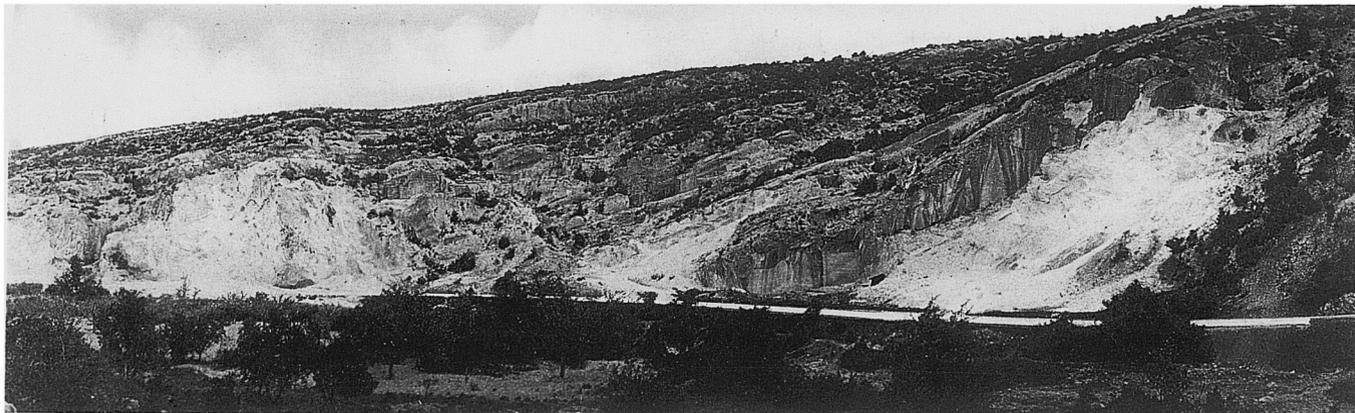


Fig. 1. — Carrières des Angustines, près Brouzet (Barrémien supérieur à Rudistes).

Cl. F. Roman.



Fig. 2. — Superposition du Barrémien récifal sur le Barrémien inférieur aux Angustines.

Cl. F. Roman.



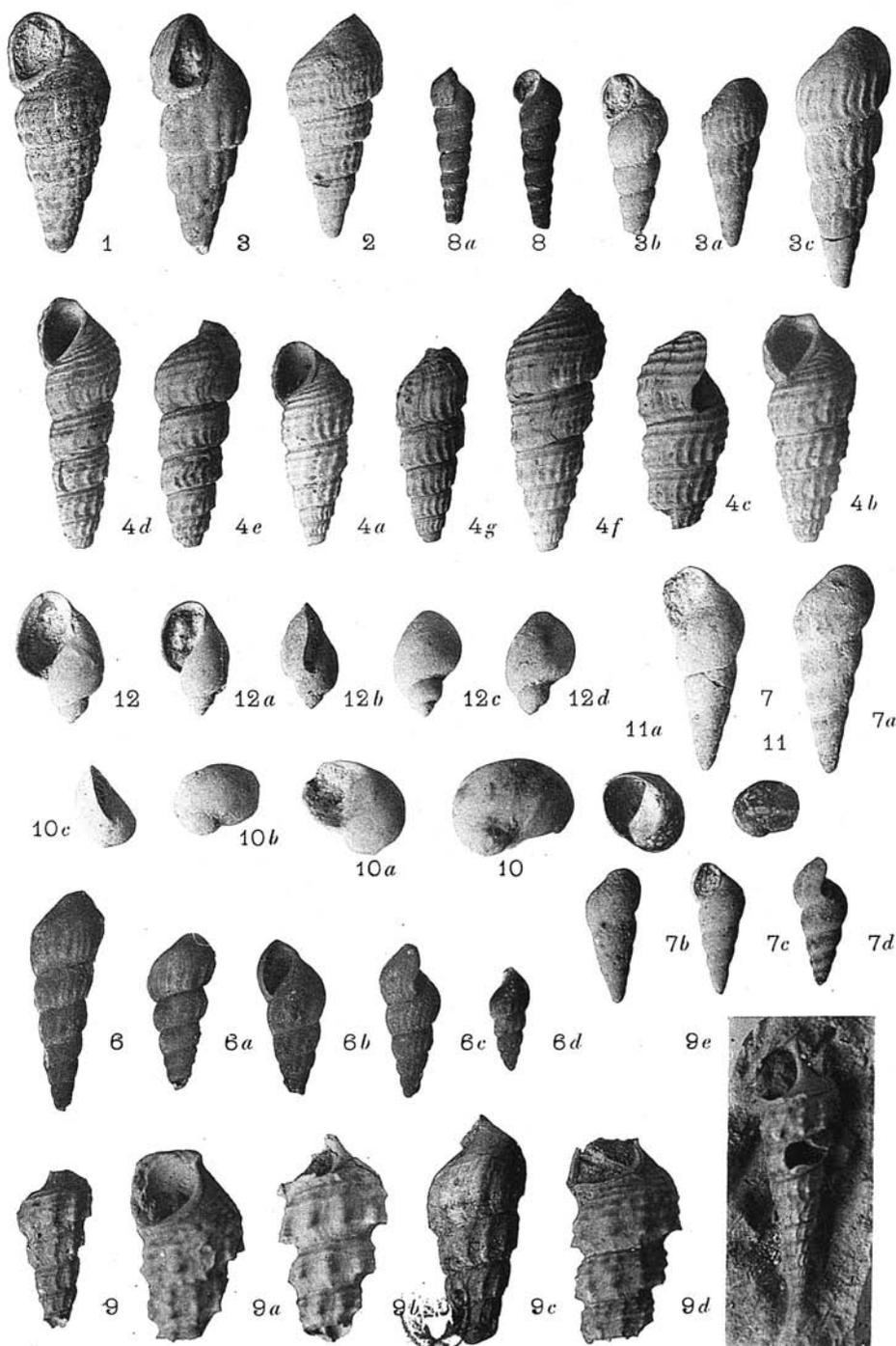
EXPLICATION DE LA PLANCHE XXII

- Fig. 1, 2. — **Melania (Tarebia) barjacensis** FONTANNES. Forme typique de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 3, 3a, 3b, 3c. — Variété D à ornementation longitudinale prédominante de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 4a, 4b, 4c. — Forme typique (*topotype*) de Barjac (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 4d. — Variété A de Barjac à spire allongée (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 4e. — Variété B de Barjac (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 4f. — Variété C de Barjac (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 4g. — Variété D à ornementation longitudinale prédominante de Barjac (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 939
- 6, 6a, 6b, 6c, 6d. — **Melania (Eumelania) vardonica** FONTANNES de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 6$ p. 938
- 7, 7a, 7b, 7c, 7d. — **Melania (Eumelania) Juliani** DEPÉRET. Types de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 938
- 8, 8a. — **Melania (Jacquotia) apirospira** FONT. des environs de Ners (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 941
- 9, 9a, 9b, 9c, 9d, 9e. — **Melanoides albigensis** NOULET, var. **Dumasi** FONT. de Saint-Césaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$. p. 942
- 10, 10a, 10b, 10c. — **Neritina lautricensis** NOULET var. **Sauvagesi** FONT., de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$... p. 928
- 11, 11a. — **Neritina cryptospirodes** FONT. de Saint-Césaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 928
- 12, 12a, 12b, 12c, 12d. — **Limnea ioutonensis** n. sp. de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 946

NOTE DE M. F. Roman.

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. X; Pl. xxii (Réun. extr.).



Clichés F. Roman.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIII

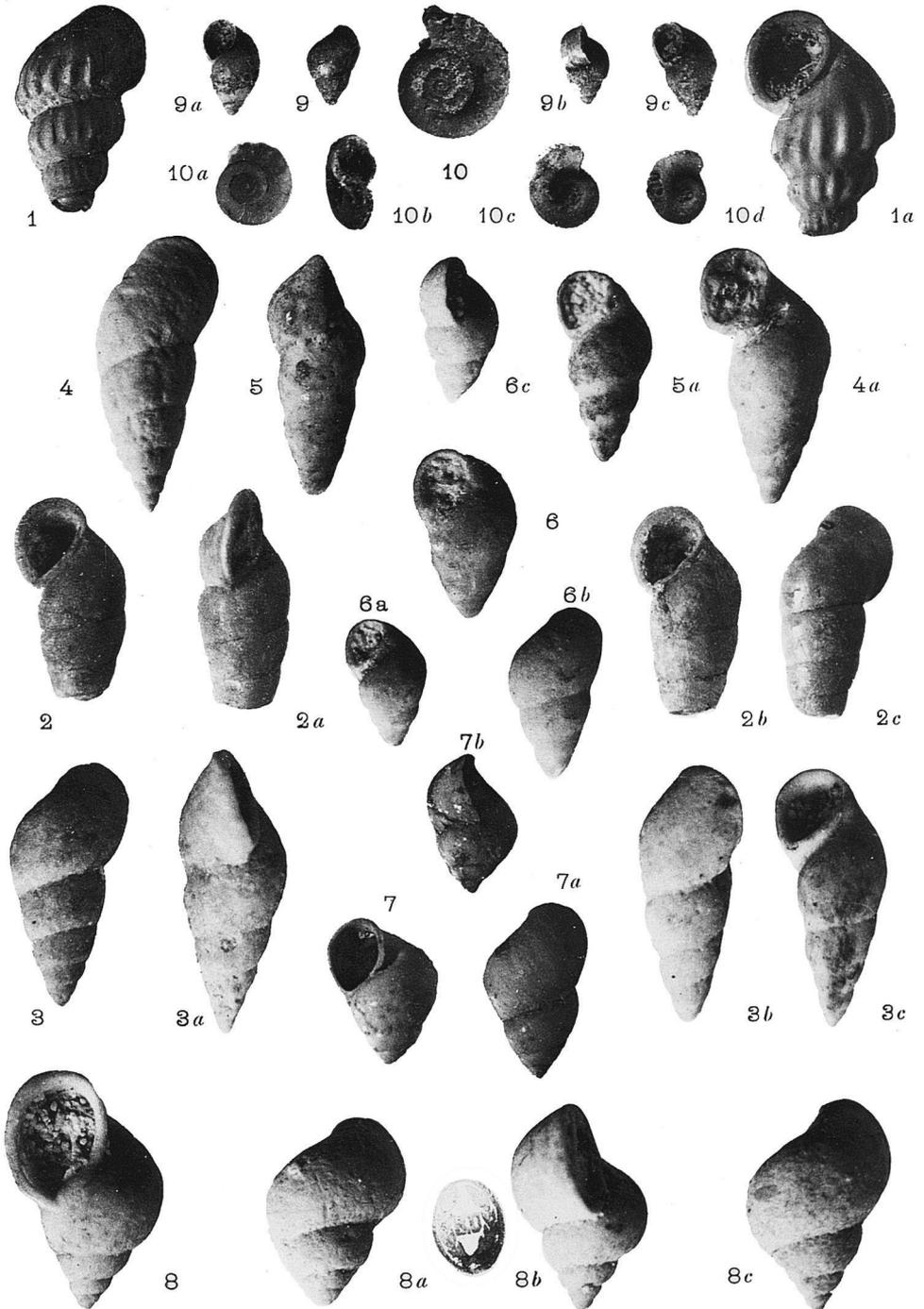
- Fig. 1, 1a. — **Nystia plicata** D'ARCHIAC et VERNEUIL de Saint-Cézaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 936
- 2, 2a, 2b, 2c. — **Nystia vardonica** n. sp. de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 937
- 3, 3a, 3b, 3c. — **Juliana expansa** DEPÉRET de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 935
- 4, 4a. — **Juliana Nicolasi** n. sp. de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon)..... p. 936
- 5, 5a. — **Hydrobia celasensis** FONTANNES de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 930
- 6, 6a, 6b, 6c. — **Assiminea Nicolasi** n. sp. de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon)..... p. 929
- 7, 7a, 7b. — **Bithinia oxispiriformis** n. sp. de Saint-Cézaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 934
- 8, 8a, 8b, 8c. — **Bithinia ugernensis** n. sp. de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon)..... p. 933
- 9, 9a, 9b, 9c. — **Bithinia oxispiriformis** n. sp. Échantillons jeunes de Saint-Maurice-de-Gourdan (Coll. Univ. de Lyon)..... p. 935
- 10, 10a, 10b, 10c, 10d. — **Planorbis stenocyclotus** FONTANNES de la butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon)..... p. 949

Tous les échantillons sont figurés grossis 6 fois.

NOTE DE M. F. ROMAN.

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. X; Pl. xxiii (Réun. extr.).



Clichés F. Roman.

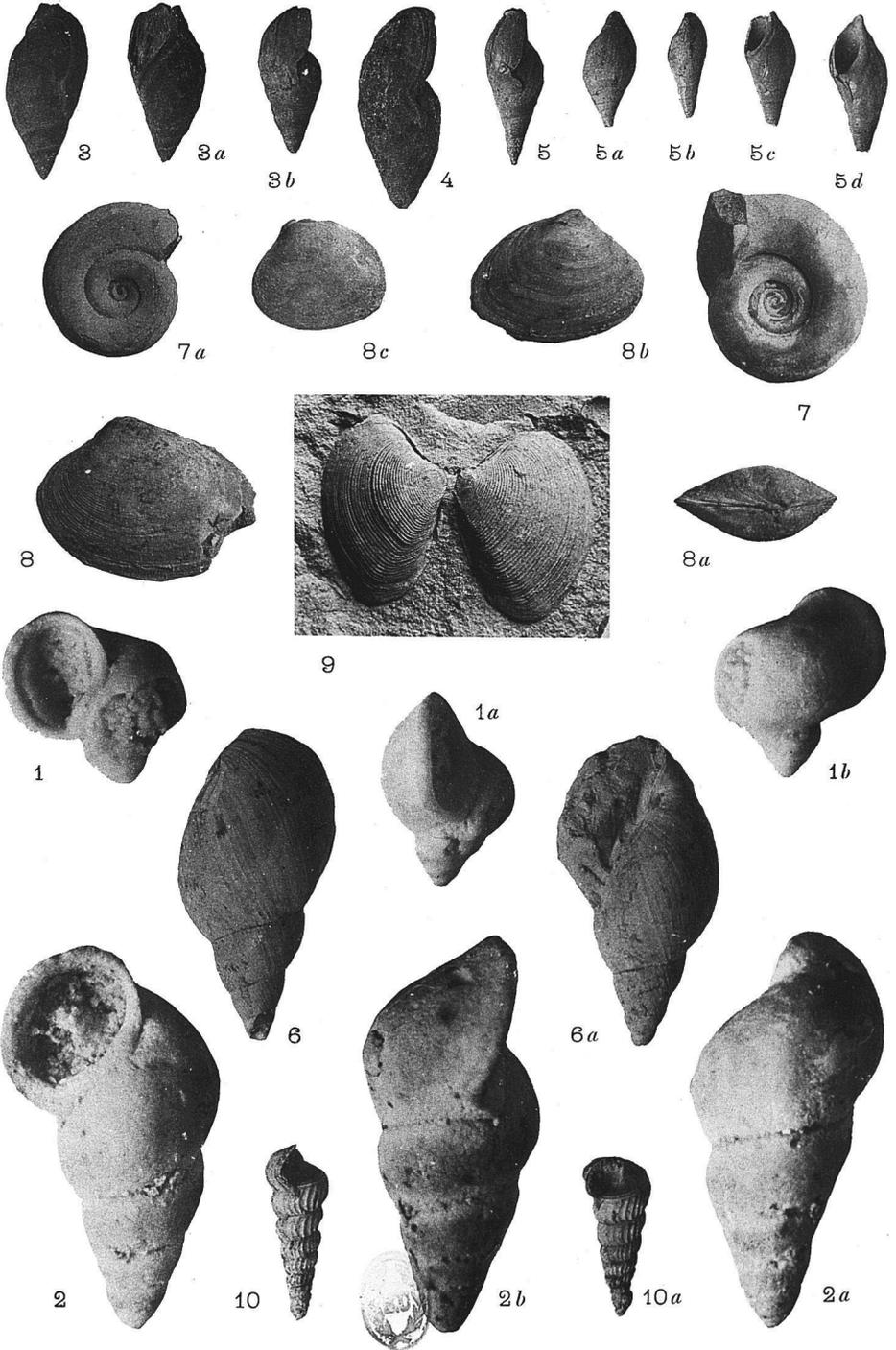
EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIV

- Fig. 1, 1a, 1b. — **Stalioa Allardi** n. sp. de la butte Iouton près Beaucaire (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 932
- 2, 2a, 2b. — **Stalioa compensis** n. sp. p. Butte Iouton (Coll. Nicolas, Univ. de Lyon). — $\times 3$ p. 933
- 3, 3a, 3b. — **Melanopsis romejacensis** FONT. de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 944
4. — Variété de la butte Iouton (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 944
- 5, 5a, 5b, 5c, 5d. — **Melanopsis (Stylospirula) acrolepta** FONT. de Saint-Cézaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$... p. 945
- 6, 6a. — **Limnea pyramidalis** BRONN. de Saint-Cézaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 947
- 7, 7a. — **Planorbis Rouvillei** FONT. de Saint-Cézaire de Gauzignan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 948
- 8, 8a, 8b, 8c. — **Cyrena Carezi** FONT. de Saint-Maurice de Gourdan (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$,..... p. 951
9. — **Cyrena Dumasi** M. DE SERRES. Type (Coll. Émilien Dumas. Musée de Nîmes). — $\times 2$ p. 951
- 10, 10a. — **Potamides aporoschema** FONT. de l'Éocène supérieur de Fons (Gard). (Coll. Univ. de Lyon). — $\times 2$ p. 906

NOTE DE M. F. Roman.

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. X; Pl. xxiv (Réun. extr.).



Clichés F. Roman.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

A

- Aa.** Note sur l'*Elephas primigenius* de la vallée de l' —, par PONTIER, 629.
- Afrique.** Voir : *Algérie, Atlas, Canaries, Egypte, Madagascar, Maroc, Mauritanie, Sahara, Soudan, Tunisie.*
- AGNUS (A.).** Nécrologie, 336.
- AIN.** Récurrences glaciaires dans la gorge de Fort-l'Écluse, par W. KILIAN, 716.
- Aisne.** Obs. sur la flore fossile des grès thanétiens de Vervins (—) et revision des espèces qui la composent, par P.-H. FRITEL (pl. XII-XIII), 691.
- Alais.** Réun. extr. à Valence, — et Nîmes, 857. — Exc. dans le bassin d' —, par F. ROMAN, 901.
- Algérie.** Les marnes sableuses de Cabrières d'Aygues et de Carnot (—), par J. WELSCH, 629.
- Allemagne.** Résumé sur les terrains tertiaires de l' — occ. Le Bassin de Mayence, par G.-F. DOLLFUS (pl. VIII-IX), 582.
- Alpes.** Obs. sur le Nummulitique des — suisses, par A. HEIM [Obs. de J. BOUSSAC, 304], 298. — Les études glaciologiques dans les —, par W. KILIAN, 718.
- ANDAVAROEIRA.** Les filons d'or et les roches éruptives de la région d' — à Madagascar, par L. DE LAENAY, 428.
- Andorre.** Nouvelle note sur la cuencita de la Seo de Urgel, par M. CHEVALIER, 9.
- Anjou.** A propos de l'âge des grès à plantes de l' — et des fossiles roulés engénéral, par Jules WELSCH [Obs. de P.-H. FRITEL, 8], 7.
- Annam.** Obs. sur la géol. du Nord- —, par J. DEPRAT, 718.
- Aouste.** Exc. à Pontaix, La Clastre et —, par G. SAYN (pl. XX), 873.
- Apennins.** Conclusions d'une étude sur l'Oligocène des — de la Ligurie, par G. ROVERETO, 66.
- Aquifères (nappes).** Les — de France, par E. IMBEAUX, 180.
- Aquitaine.** Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France, par F. CANU (pl. XVI-XIX), 840.
- Aragon.** Sur quelques points de la géol. du N. de l' — et de la Navarre, par L. CAREZ, 682. — Note sur quelques Echinides recueillis par M. DALLON dans les Pyrénées de l' — par J. LAMBERT (pl. XV), 808.
- Arbas.** Sur deux points de la géol. pyrénéenne : le Pech St-Sauveur et la fenêtre d' —, par L. BERTRAND [Obs. de L. CAREZ, 716], 714.
- Ardèche.** Exc. à Vogué et aux gorges de l' —, par G. SAYN, 889.
- Ardennes.** Sur une couche dite « terre potassique » près Saulces-Monclin (—), par G. NEGRE, 396-397.
- Asie.** Voir : *Annam, Transcaucasie, Yunnan.*
- Atlantique.** Voir : *Canaries.*
- Atlas.** Contrib. à l'étude tectonique du Haut- — marocain, par L. GENTIL, 162. — Sur la structure du Haut- — marocain, par L. GENTIL, 486.
- Attique.** Sur de nouveaux affleurements du Carbonifère en —, par C. RENZ, 782.
- AZÉMA (L.).** Note sur les nappes de charriage de la région de Camaret (Finistère) [Obs. de J. BERGERON, 421], 412. — Note sur les grès à Sabalites de la Mayenne, 721.
- Autriche.** Les argiles de Baden (—) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse), par J. COTTREAU [Obs. de J. WELSCH, 629; Ch. DEPÉRET, 668], 541.

B

- Baden.** Les argiles de — (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse), par J. COTTREAU [Obs. de J. WELSCH, 629; Ch. DEPÉRET, 668], 541.

Bull. Soc. géol. Fr. X. — 62.

14 novembre 1912.

- Barcelone*. Coupe du versant mérid. des Pyrénées au N. de la prov. de —, par O. MENGEL, 475.
- Barrémien*. Sur l'origine du groupe de l'*Am. Percevali* UHL. du —, par W. KILIAN, 7.
- BARROIS (Charles). Rapp. sur l'attrib. du prix Danton à M. J. GOSSELET, 346.
- BASSET-BONNEFONS. Nécrologie, 710.
- Bassin de Paris*. Contrib. à l'étude des phénomènes de capture dans le —, par A. GUILLERD, 261. — Sur quelques Poissons du Crétacé du — par M. LERICHE (pl. VI), 455.
- BERGERON (Jules). De l'action des poussées venant du S. sur l'allure des assises paléozoïques du N. W. de la France, 166. — Obs. à propos de nappes de charriage dans la région de Camaret (Finistère), 421. — Obs. sur la tectonique des Carpathes roumaines à propos d'un mémoire récent, 578.
- BERKELEY COTTER. Prés. d'ouv., 393.
- BERTHAUT (Général). Prés. d'ouv., 479.
- BERTRAND (Léon). Obs. à propos du Résumé de la géol. des Pyrénées de M. L. CAREZ, 425, 480. — Obs. sur la structure des Pyrénées, 628. — Prés. d'ouv., 710. — Sur deux points de la géol. pyrénéenne : le Pech Saint-Sauveur et la fenêtre d'Arbas [Obs. de L. CAREZ, 716], 744.
- Bibliographie*. Publ. d'Albert GAUDRY, 364. — Travaux de L. JANET, 379. — Liste des publications de P. de LORIOL, 387. — Liste des principales publ. relat. à la Réunion, extr. à Valence, Alais et Nîmes, 861.
- BIGOT. Obs. à propos de l'exc. A₂ du II^e congrès géol. intern., 776.
- Blois*. La craie de — et le niveau à *Uintacrinus*, par M. FILLOZAT, 728.
- BÖHM (J.). Prés. d'ouv., 294.
- BONNET (Pierre). Sur la Transcaucasie centrale, 524.
- BOULE (M.). Offre le portrait de A. GAUDRY, 5. — Prés. d'ouv., 5. — Sur quelques Vertébrés fossiles du S. de la Tunisie, 312. — Sur le Permien de Madagascar [Obs. de A. LACROIX, 316], 314. — Les brèches osseuses à perforations de Lithodomes de la Grotte du Prince [Obs. de G. B. M. FLAMAND, 669], 406.
- BOURGEAT (abbé). Sur les failles courbes de la lisière du Jura entre Salins et Besançon, 450.
- Boussac*. Note sur les fractures de la Limargue entre Saint-Vincent et — (Lot), par G. MOURET, 488.
- BOUSSAC (Jean). Prés. d'ouv., 27, 626. — Obs. sur le Nummulitique des Alpes suisses, 304. — Obs. sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune de Chérichira, 485. — Sur la présence du Priabonien en Egypte, 485.
- BOUSSAC (Louis GENTIL et Jean). Sur la présence du Priabonien dans le N. du Maroc, 484.
- Bretagne*. De l'action des poussées venant du S. sur l'allure des assises paléozoïques du N.W. de la France, par J. BERGERON, 166.
Voir : *Finistère*.
- Brie (Calcaire de)*. Note préliminaire sur la faune et la flore du — en Seine-et-Marne, par M. MORIN, 445.
- Brouzet*. Exc. à — et à Saint-Just (pl. XX-XXI), par F. ROMAN, 892.
- BRUNHES (Jean). Prés. d'ouv., 797.
- Bureau pour 1910*, 1. — de la Réunion, extr. à Valence, Alais et Nîmes, 863.

C

- Cabrières d'Aigues*. Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de — (Vaucluse), par J. COTTREAU [Obs. de J. WELSCH, 629 ; Ch. DÉPÉRET, 668], 541.
- Calédonie (Nouvelle-)*. Sur la présence de *Fagesia* en —, par W. KILIAN, 29.
- Camaret*. Note sur les nappes de charriage de la région de — (Finistère), par L. AZÉMA [Obs. de J. BERGERON, 421], 412.
- CAMBESSÉDÈS (Félix). Nécrologie, 710.
- Canaries*. Sur la présence du Crétacé aux îles —, par J. COTTREAU et P. LEMOINE [Obs. de L. GENTIL, 271], 267.
- Cantal*. Note sur le prolongement probable vers le Sud du chenal houiller de Mauriac, par G. MOURET, 829.
- CANU (F.). Liste des Bryozoaires de la craie de Royan, 62. — Prés. d'ouv., 779. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France (pl. XVI-XIX), 840.
- Capelle-Marival (La)*. Obs. sur quelques points de la géol. des env. de — (Lot), signalés par M. Paul LEMOINE, par G. MOURET, 398.

- Carbonifère*. Le — d'Oum el Asel et de Tazoult (Sahara), par R. CHUDEAU, 11. — Sur de nouveaux affleurements du — en Attique, par C. RENZ, 782. — Note sur le prolongement probable vers le Sud du chenal houiller de Mauriac, par G. MOURET, 829.
- CAREZ (Léon). Etudes géol. sur la feuille de Mauléon (Basses-Pyrénées), (pl. I-II) [Obs. de E. de MARGERIE, 90], 73. — Résumé de la géologie des Pyrénées [Obs. de L. BERTRAND, 425, 480; E. de MARTONNE, 426; O. MENDEL, 427; Ch. DEPÉRET, 523], 425. — Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon BERTRAND sur la structure des Pyrénées [Obs. de L. BERTRAND, 628], 627, 666. — Résumé de la géol. des Pyrénées françaises, 670. — Sur quelques points de la géol. du N. de l'Aragon et de la Navarre, 682. — Obs. à propos du Pech Saint-Sauveur et de la fenêtre d'Arbas, 715. — Obs. à propos de l'exc. A₂ du 11^e congrès géol. intern., 776.
- Carnot. Les marnes sableuses de Cabrières d'Aygues et de Carnot (Algérie), par J. WELSCH, 629. — Sur l'âge des marnes de — (Algérie) par Ch. DEPÉRET, 668.
- Carpathes*, Obs. sur la tectonique des — roumaines à propos d'un mémoire récent, par J. BERGERON, 578.
- Catalogne*. Note sur les Poissons néogènes de la —. par M. LERICHE (pl. VI), 471.
- Caucase*. Un *Virgalites* du — occ., origine méditerranéenne de ce genre; *Ataxioceras*, *Pseudovirgalites* et *Virgalosphinctes*, par R. DOUVILLÉ, 730.
- CAYEUX (Lucien). Prés. d'ouv., 310, 522, 748. — Remarque sur la genèse de minerais de fer par décomposition de la glauconie, 397. — Fouilles de Délos (Cyclades) et les applications de la géologie à l'archéologie, 404. — Les minerais de fer oolithique primaires de France, 531.
- Chalons-sur-Vesle*. Découverte d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens de —, par L. et J. MORELLET, 713.
- CHAOUIA. Fossiles de la — (Maroc occ.) recueillis par M. P. JORDAN, par H. DOUVILLÉ [Obs. de L. GENTIL, 266], 265.
- Charente-Inférieure*. Sur la nature du plateau sous-marin de Rochebonne (—), par L. PERVINQUIÈRE, 28. — La craie et le Tertiaire des env. de Royan, par H. DOUVILLÉ, 51. — Liste des Bryozoaires de la craie de Royan, par F. CANU, 62. — Sur le forage d'un puits, pour l'alimentation en eau de la ville de Marans (—), par C. CHARTRON, 395.
- Charriage (Nappes de)*. Voir : *Tectonique*.
- CHARTRON (C.). Sur le forage d'un puits, pour l'alimentation en eau de la ville de Marans (Char.-Inf.), 395.
- Châteaudun*. Sur la position de la craie de —, par M. FILLIOZAT, 528.
- CHAUTARD (Jean). Prés. de photogr., 520.
- Cher*. Sur un forage profond à Chézal-Benoit (—), par G. F. DOLLFUS, 393.
- Chérichira*. Obs. sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune du —, par J. BOUSSAC, 485.
- CHEVALIER (Marcel). Nouvelle note sur la cuencita de la Seo de Urgel, 9.
- Chézal-Benoit*. Sur un forage profond à — (Cher), par G. F. DOLLFUS, 393.
- Chine*. Voir : *Setchouan*.
- CHUDEAU (René). Le Carbonifère d'Oum el Asel et de Tazoult (Sahara), 11. — Note sur la géol. du Soudan, 317. — Note sur la Mauritanie, 667.
- Clastre (La)*. Exc. à Pontaix, — et Aouste, par G. SAYN (pl. XX), 873.
- Cobonne*. Exc. à — et Livron, par G. SAYN, 880.
- COLCANAP. Nécrologie, 336.
- COMBES (Georges NEGRE et Paul). Prés. d'ouv., 778.
- Congrès géologique (11^e)*. Les terrains néocrétacés de Scanie, par W. KILIAN, 717. — Les phénomènes quaternaires étudiés par les exc. A₂ et A₁ du —, par P. LORY, 750. — L'exc. A₂ du —, par P. TERMIER [Obs. de L. CAREZ, BIGOT, 776], 752.
- Conseil pour 1910*, 1.
- Corse*. Note prél. sur la stratigr. et la tectonique de la — orientale, par E. MAURY [Obs. de P. TERMIER, 293], 272.
- COSSMANN (M.). Prés. d'ouv., 6.
- COSSMANN (Dom VALETTE et M.). Prés. d'ouv., 798.

- COTTREAU (Jean). Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse) [Obs. de J. WELSCH, 629 ; Ch. DEPÉRET, 668], 541.
- COTTREAU (J.) et Paul LEMOINE. Sur la présence du Crétacé aux Iles Canaries. [Obs. de L. GENTIL, 271], 267.
- COUFFON (O.). Prés. d'ouv., 28, 424, 425, 748.
- COUYAT (J.). Sur un nouveau gisement de feuilles fossiles en Egypte, 29.
- Crétacé. Sur la présence de *Fagesia* en Nouvelle-Calédonie, par W. KILLAN, 29. — La Craie et le Tertiaire des env. de Royan, par H. DOUVILLÉ, 51. — Liste des Bryozoaires de la Craie de Royan, par F. CANU, 62. — Sur la présence du — aux Iles Canaries, par J. COTTREAU et P. LEMOINE [Obs. de L. GENTIL, 271], 267. — Sur quelques Poissons du — du Bassin de Paris, par M. LERICHE (pl. VI), 455. — Note prélim. sur le — de la prov. de Santander, par V. PAQUIER et L. MENGAUD, 527. — Sur la position exacte de la Craie de Châteaudun, par M. FILLIOZAT, 528. — Les terrains néocrétacés de Scanie, par W. KILLAN, 717. — La Craie de Blois et le niveau à *Uintacrinus*, par M. FILLIOZAT, 728. Voir : *Sénonien*, *Turonien*.
- Crussol. Exc. à la montagne de —, par A. RICHE, 865.
- Cyclades. Fouilles de Délos (—) et applications de la géologie à l'archéologie, par L. CAYEUX, 404.
- D
- DALLONI. Note sur quelques Echinides recueillis par M. — dans les Pyrénées de l'Aragon, par J. LAMBERT (pl. XV), 808.
- DANILOFF (Eugène). Nécrologie, 710.
- Délos. Fouilles de — (Cyclades) et applications de la géologie à l'archéologie, par L. CAYEUX, 404.
- DEPRAT (Jacques). Obs. sur la géol. du Nord-Annam, 718. — Résumé des résultats de la mission géol. du Yunnan (1909-1910), 719.
- DOLLFUS (G. F.). Léon JANET, notice nécrologique, liste des travaux, 375, 379. — Sur un forage profond à Chézal-Benoît (Cher), 393. — Résumé sur les terrains tertiaires de l'Allemagne occ., le Bassin de Mayence (pl. VIII-IX), 582. — Prés. d'ouv., 711.
- Donzère. Exc. à —, Saint-Thomé et La Farge, par G. SARN, 884.
- Doubs. Sur les failles courbes de la lisière du Jura entre Salins et Besançon, par l'abbé BOURGEAT, 450.
- DOUVILLÉ (Henri). Obs. au sujet du Tertiaire de la prov. de Santander (Espagne), 33. — La Craie et le Tertiaire des env. de Royan, 51. — Sur la découverte du Trias marin à Madagascar [Obs. de E. HAUG, 133], 125, 664. — Fossiles de la Chaouïa (Maroc occ.) recueillis par M. P. Jordan [Obs. de L. GENTIL, 266], 265. — Obs. sur les Ostréidés. Origine et classification (pl. X-XI) [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 645], 634. — Prés. d'ouv., 711, 748. — Obs. sur la class. des Hippurites, 727.
- DOUVILLÉ (H. ROUX et Henri). La géol. des env. de Redeyef (Tunisie) [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 659], 646.
- DOUVILLÉ (Robert). Quelques remarques à propos du jeune des *Ammonites* (*Proplanulites*) *mutabilis* SOWERBY et *Amm.* (*Aulacostephanus*) *pseudomutabilis* DE LORIOU, 296. — reçoit le prix Viquesnel, 334, 342. — Prés. d'ouv., 711. — Un *Virgatites* du Caucase occ. ; origine méditerranéenne de ce genre ; *Ataxioceras*, *Pseudovirgatites* et *Virgatosphinctes*, 730.
- DEPÉRET (Charles). Obs. sur l'existence de mouvements du sol récents dans la région ouest des Pyrénées, 523. — Etudes sur la famille des Lophiodontidés (pl. VII), 558. — Sur l'âge des marnes de Carnot (Algérie), 668. — RÉUN. EXTR. : obs. 896, 904, 906. — Allocation, 908. — Le gisement de Mammifères d'Euzet-les-Bains, 914.
- Drôme. Note prélim. sur les terrasses des env. de Valence (—), par le Général de LAMOTHE, 805. — Réun. extr. à Valence, Alais et Nîmes, 857.
- DUPOUY (G.). Prés. d'ouv., 5.
- E
- Egypte. Sur un nouveau gisement de feuilles fossiles en —, par J. COUYAT, 29. — Obs. sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune du Chérichira, par J. BOUSSAC, 485. — Sur la présence

- du Priabonien en —, par J. BOUSSAC, 485.
- Elbe*. Sur la tectonique de l'île d' —, par P. TERMIER (pl. V) [Obs. de E. HAUG, 160], 134.
- Elections* pour 1910, 1.
- Éocène*. Sur la présence du Priabonien dans le N. du Maroc, par L. GENTIL et J. BOUSSAC, 484. — Types nouveaux de Polypiers éocènes, par M. FILLIOZAT (pl. XIV), 801. Voir : Grès.
- Espagne*. Tertiaire de la prov. de Santander (—), par L. MENGAUD [Obs. de H. DOUVILLÉ, 33], 30. — Coupe du versant mér. des Pyrénées au N. de la prov. de Barcelone, par O. MENGEL, 475. — Sur quelques points de la géol. du N. de l'Aragon et de la Navarre, par L. CAREZ, 682. — Ossements découverts par MM. de Cerralbo, Alcade et Carballo en —, par Ed. HARLÉ, 746. Voir : *Andorre, Catalogne*.
- Espèce*. De l'extinction des — s par la « dégénérescence » ou maladie des Rameaux phyléliques. Introduction à une Paléopathologie générale, par R. LARGER, 631.
- Eure-et-Loir*. Sur la position exacte de la Craie de Châteaudun; par M. FILLIOZAT, 528.
- Euzet-les-Bains*. Le gisement de Mammifères d' —, par Ch. DÉPÉRET, 914.
- F
- Faïlles*. Sur les — courbes de la lisière du Jura entre Salins et Besançon, par l'abbé BOURGEAT, 450.
- Farge (La)*. Exc. à Donzère, Saint-Thomé et —, par G. SAYN, 884.
- Fer*. Les minerais de — oolithique de France, par L. CAYEUX, 531.
- FERRONNIÈRE (G.). *Potamides* cf. *Basteroti* M. de S. à Saint-Jean la Poterie (Morbihan), 481. — Exc. dans la région W. de la feuille de Nantes, 749.
- FILLIOZAT (Marius). Le Turonien de Villedieu, 424. — Sur la position exacte de la Craie de Châteaudun, 528. — La Craie de Blois et le niveau à *Uintacrinus*, 728. — Prés. d'ouv., 780. — Types nouveaux de Polypiers éocènes (pl. XIV), 801.
- Finistère*. Note sur les nappes de char-
- riage de la région de Camaret (—). par L. AZÉMA [Obs. de J. BERGERON, 421], 412.
- FLAMAND (G. B. M.). Sur les brèches osseuses à perforations de Lithodomes de la Grotte du Prince, 669.
- FLEURY (E.). Prés. d'ouv., 424.
- FONT Y SAGUÉ (N.). Nécrologie, 423.
- Forez*. Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du —, par Ph. GLANGEAUD, 481.
- Fort-l'Écluse*. Récurrences glaciaires dans la gorge de —, par W. KILIAN, 716.
- FOURNIER (A. MERLE et Eugène). Sur le Trias marin du Nord de Madagascar [Obs. de H. DOUVILLÉ, 664], 660.
- FRITEL (P.-H.). Prés. d'ouv. 6, 7. — Obs. à propos de l'âge des grès à plantes de l'Anjou, 8. — Obs. sur la floré fossile des grès thanétiens de Vervins (Aisne) et revision des espèces qui la composent (pl. XII-XIII), 691.
- Fuller's Earth*. Couches à *Ostrea acuminata*, par M. LISSAJOUS, 245.
- G
- Gard*. Réun. extr. à Valence, Alais et Nîmes, 857. — Étude phytologique sur le bassin de Célas, par L. LAURENT, 910. — Le gisement de Mammifères d'Euzet-les-Bains (—), par Ch. DÉPÉRET, 914. — Faune saumâtre du Sannoisien du —, par F. ROMAN (pl. XXII-XXIV), 927.
- Garonne (Haut-)*. Sur la présence du genre *Petalodontia* dans le Sénonien sup. des Petites Pyrénées de la —, par V. LAQUIER, 630. — Porc-Épic quaternaire des environs de Montréjeau (—), par Ed. HARLÉ, 740.
- GAUDRY (Albert). Notice nécrologique. par A. THEVENIN, 351; liste de ses publ., 364.
- Genevreville*. Sur le foisonnement de l'anhydrite et des gypses triasiques au tunnel de — (Hte-Saône). par M. MORIN, 440.
- GENTIL (Louis). Contribution à l'étude tectonique du Haut-Atlas marocain. 162. — Obs. sur les fossiles de la Chaouia recueillis par M. P. JORDAN, 166. — Obs. sur la présence du Cré-

- lacé aux Iles Canaries, 271. — Principaux résultats d'une récente mission au Maroc (1907), 304. — Rapp. sur l'attrib. du prix Viquesnel à M. R. DOUVILLÉ, 342. — Prés. d'ouv., 480, 520, 626, 666. — Sur la structure du Haut-Atlas marocain, 486. — Nouveaux itinéraires dans le SW. marocain, 525. — Résultats d'une mission au Maroc (1910), 780.
- GENTIL (Louis) et Jean BOUSSAC. Sur la présence du Priabonien dans le Nord du Maroc, 484.
- Géographie physique.* Voir : *Hydrogéologie.*
- Glaciaire.* Les phénomènes volcaniques et les phénomènes —s dans les monts du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 481. — Récurrences —s dans la gorge du Fort-l'Écluse, par W. KILIAN, 716. — Les études glaciologiques dans les Alpes, par W. KILIAN, 718.
- GLANGEAUD (Ph.). Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez, 481. — Prés. d'ouv., 521, 665.
- GONDIN (Marius). Nécrologie, 334.
- GOSSELET (J.). Reçoit le prix Danton, 346. — Crée un prix de géologie appliquée, 392.
- GOURBINE. Nécrologie, 334.
- GRANDJEAN (F.). Le siphon des Ammonites et des Bélemnites, 496.
- Grèce. Sur l'âge triasique du calcaire de l'Acrocorinthe, par Ph. Négris et C. A. KTENAS, 311. — Nouvelles recherches géologiques en —, par C. RENZ, 783.
- Voir : *Attique, Cyclades.*
- Grès. A propos de l'âge des — à plantes de l'Anjou et des fossiles roulés en général, par Jules WELSCH [Obs. de P. H. FRITEL, 8], 7. — Obs. sur l'âge des — de Numidie et sur la faune du Chérichira, par J. BOUSSAC, 485. — Note sur les — à Sabalites de la Mayenne, par L. AZÉMA, 721.
- Grimaldi (Grottes de). Voir : *Grotte du Prince.*
- GROSSOURE (A. DE). Obs. sur les *Creniceras Renggeri* et *Cr. crenatum*, 311. — Sur les env. de Luçon, 799.
- Grotte du Prince.* Les Brèches osseuses à perforations de Lithodomes de la — par M. BOULE [Obs. de G. B. M. FLAMAND, 669], 406.
- GUÉBHAUD (Adrien). Prés. d'ouv., 778.
- GULLERD (A.). Contr. à l'étude des phénomènes de capture dans le Bassin parisien, 261.

H

- HARLÉ (Édouard). La *Hyæna intermedia* et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel, 34. — Restes d'*Elephas primigenius* sous le sable des Landes, 163. — Porc-Épic quaternaire des env. de Montréjeau (Haute-Garonne), 740. — Ossements découverts par MM. de Cerralbo. Alcade et Carballo en Espagne, 746.
- HAUG (Émile). Prés. d'ouv., 27, 423. — Obs. à propos du Trias marin de Madagascar, 133. — Obs. à propos de la tectonique de l'île d'Elbe, 160. —
- HEIM (Arnold). Prés. d'ouv., 294. — Obs. sur le Nummulitique des Alpes suisses [Obs. de J. BOUSSAC, 304], 298.
- Hérault.* La *Hyæna intermedia* et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel, par Éd. HARLÉ, 34.
- HERMANN. Prés. d'ouv., 5.
- Houiller.* Voir : *Carbonifère.*
- Hydrogéologie.* Le puits artésien de Maisons-Laffitte, par E. PÉROUX, 18. — Les nappes aquifères de France, par Éd. IMBEAUX, 180. — Contr. à l'étude des phénomènes de capture dans le Bassin parisien, par A. GULLERD, 261. — Sur un forage profond à Chézal-Benoit (Cher), par G. F. DOLLFUS, 393. — Sur le forage d'un puits, pour l'alimentation en eau de la ville de Marans (Charente-Inf.), par C. CHARTRON, 395.

I

- IMBEAUX (Ed.). Les nappes aquifères de France, 180.
- Italie.* Voir : *Elbe (Ile d').*

J

- JANET (Léon). Nécrologie, 334. — Notice nécrologique, par G. F. DOLLFUS : liste des travaux, 375, 379.
- JOLEAUD (Léonce). Prés. d'ouv., 310. — RÉUN. EXTR. : obs., 880, 899, 909.
- JORDAN (Paul). Fossiles de la Chaouïa, recueillis par M. —, par H. DOUVILLÉ [Obs. de L. GENTIL, 266], 265.
- JOURDY (Général). Prés. d'ouv., 161.

- Jura*. Sur les failles courbes de la lisière du — entre Salins et Besançon, par l'abbé BOURGEAT, 450.
- Jurassique*. Couches à *Ostrea acuminata* et Fuller's Earth, par M. LISSAIGOUS, 245. — Sur la position stratigraphique du *Creniceras Renggeri* Opp., par A. RICHE, 295. — Obs. sur les *Cr. Renggeri* et *Cr. crenatum*, par A. DE GROSSOUVRE, 311.
- ## K
- KILIAN (W.). Sur l'origine du groupe de l'*Amm. Percevali* UHL. du Barrémien, 7. — Sur la présence de *Fagesia* en Nouvelle-Calédonie, 29. — Récurrences glaciaires dans la gorge de Fort-l'Écluse, 716. — Les terrains néocrétacés de Scanie, 717. — Les études glaciologiques dans les Alpes, 718. — Sur le genre *Ammonitoceras*, 798.
- ## L
- LACROIX (A.) est élu président de la Société, 1. — Allocation présidentielle, 2. — Prés. d'ouv., 5, 392. — Les roches alcalines de Tahiti (pl. III-IV), 91. — Obs. à propos du Permien de Madagascar, 316. — Discours à la séance générale, 334.
- LAMBERT (J.). Charles-Louis PERCEVAL DE LORIOLE LE FORT, notice nécrologique, 380 ; Liste des publications, 387. — Note sur quelques Échinides recueillis par M. DALLONI dans les Pyrénées de l'Aragon (pl. XV), 808.
- LAMOTHE (Général DE). Note prélim. sur les terrasses des env. de Valence, 805.
- Landes*. Restes de *Elephas primigenius* sous le sable des —, par E. HARLÉ, 163.
- LAPPARENT (Pierre TERMIER et Jacques DE). Prés. d'ouv., 665.
- LARGER (R.). De l'extinction des espèces par la « dégénérescence » ou maladie des Rameaux phylétiques. Introduction à une Paléopathologie générale, 631.
- LAUBY. Prés. d'ouv., 780.
- LAUNAY (L. DE). Les filons d'or et les roches éruptives de la région d'Andavakoera à Madagascar, 428. — Prés. d'ouv., 480.
- LAUNAY (L. DE) et G. URBAIN. Recherches sur la métallogénie des blindes et des minéraux qui en dérivent, 787.
- LAURENT (L.). Étude phytologique sur le bassin de Célas, 911.
- LEGENBRE (Dr) et Paul LEMOINE. Principaux résultats géol. de la mission Legendre au pays Lolo (Setchouan, Chine), 307.
- LEMOINE (Paul). Obs. sur quelques points de la géol. des env. de la Capelle-Marival (Lot), signalés par M. —, par G. MOURET, 398. — Prés. d'ouv., 665, 780.
- LEMOINE (J. COTTREAU et Paul). Sur la présence de Crétacé aux Iles Canaries [Obs. de L. GENTIL, 271], 267.
- LEMOINE (Dr LEGENDRE et Paul). Principaux résultats géol. de la mission Legendre au pays Lolo (Setchouan, Chine), 307.
- LERICHE (Maurice). Sur quelques Poissons du Crétacé du Bassin de Paris, (pl. VI), 455. — Note sur les Poissons néogènes de la Catalogne (pl. VI), 471. — Prés. d'ouv., 748.
- Ligurie*. Conclusions d'une étude sur l'Oligocène des Apennins de la —, par G. ROVERETO, 66.
- Limarge*. Note sur les fractures de la — entre St-Vincent et Boussac (Lot), par G. MOURET, 488.
- LISSAIGOUS (Marcel). Couches à *Ostrea acuminata* et Fuller's Earth, 245. — Présentation de notices sur quelques fossiles intéressants du Jurassique du Mâconnais, 295.
- Livron*. Exc. à Cobonne et —, par G. SAYN, 880.
- Loire*. Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 481.
- Loir-et-Cher*. Le Turonien de Villedieu, par M. FILLOZAT, 424. — La Craie de Blois et le niveau à *Uinteraenus*, par M. FILLOZAT, 728.
- Loire-Inférieure*. Exc. dans la région W. de la feuille de Nantes, par G. FERRONNIÈRE, 749.
- LORIOLE LE FORT (Louis Perceval DE). Notice nécrologique, par J. LAMBERT, 380. Liste des publications, 387.
- LORY (Pierre). Prés. d'ouv., 748. — Les phénomènes quaternaires étudiés par les excursions A₂ et A₄ du Congrès géol. de Suède, 750. — RÉUN. EXTR. : Obs., 898.
- Lot*. Obs. sur quelques points de la géol. des env. de la Capelle-Marival

(—), signalés par M. Paul LEMOINE, par G. MOURET, 398. — Note sur les fractures de la Limargue entre St-Vincent et Boussac (—), par G. MOURET, 488.

Luçon. Sur les environs de —, par A. DE GROSSOUVRE, 799.

Ludien. Le gisement de Mammifères d'Euzet-les-Bains (Gard), par Ch. DEPÉRET, 914.

M

Madagascar. Sur la découverte du Trias marin à —, par H. DOUVILLÉ, [Obs. de E. HAUG, 133], 125. — Sur le Permien de —, par M. BOULE [Obs. de A. LACHOIX, 316], 314. — Les Filons d'or et les roches éruptives de la région d'Andavakoera à —, par L. DE LAUNAY, 428. — Sur le Trias marin du N. de —, par A. MERLE et E. FOURNIER [Obs. de H. DOUVILLÉ, 664], 660.

Maisons-Laffitte. Le puits artésien de —, par E. PÉROUX, 18.

Marans. Sur le forage d'un puits pour l'alimentation en eau de la ville de — (Char.-Inf.), par C. CHARTRON, 395.

MARGERIE (Emm. de). Obs. à propos des études de M. CAREZ sur les Pyrénées, 90. — Prés. d'ouv., 479.

Marne. Découverte d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens de Chalons-sur-Vesle, par L. et J. MORELLET, 713.

Maroc. Contr. à l'étude tectonique du Haut-Atlas marocain, par L. GENTIL, 162. — Fossiles de la Chaouïa (— occ.) recueillis par M. P. JORDAN, par H. DOUVILLÉ [Obs. de L. GENTIL, 266], 265. — Principaux résultats d'une récente mission au Maroc, par L. GENTIL, 304. — Sur la présence du Priabonien dans le N. du —, par L. GENTIL et J. BOUSSAC, 484. — Sur la structure du Haut-Atlas marocain, par L. GENTIL, 486. — Nouveaux itinéraires dans le S. W. marocain, par L. GENTIL, 525. — Résultats d'une mission au Maroc (1910), par L. GENTIL, 780.

MARTONNE (Emm. de). Prés. d'ouv., 28, 712. — Obs. sur la géol. des Pyrénées [Obs. de Ch. DEPÉRET, 523], 426.

Mauléon. Études géol. sur la feuille de

— (B.-Pyr.) (pl. I-II), par L. CAREZ [Obs. de E. DE MARGERIE, 90], 73.

MAURETTE (L.). Exc. dans le bassin d'Alais, 904, Exc. à St-Mamert, etc., 906.

Mauriac. Note sur le prolongement probable vers le S. du chenal houiller de —, par G. MOURET, 829.

Mauritanie. Note sur la —, par R. CHUDEAU, 667.

MAURY (Eugène). Note prélim. sur la stratigraphie et la tectonique de la Corse orientale [Obs. de P. TERMIER, 293], 272.

Mayence (Bassin de). Résumé sur les terrains tertiaires de l'Allemagne occ., le —, par G. F. DOLLFUS (pl. VIII-IX), 582.

Mayenne. Note sur les grès à Sabalites de la —, par L. AZÉMA, 721.

Méditerranée. Voir : *Elbe (Ile d')*, *Cyclades*.

MENGAUD (Louis). Tertiaire de la prov. de Santander (Espagne) [Obs. de H. DOUVILLÉ, 33], 30. — Sénonien sup. des env. de Santander, 482.

MENGAUD (V. PAQUIER et L.). Note prélim. sur le Crétacé de la prov. de Santander, 527.

MENGEL (O.). Obs. sur la géol. des Pyrénées [Obs. de Ch. DEPÉRET, 523], 427. — Coupe du versant mér. des Pyrénées au N. de la prov. de Barcelone, 475. — Prés. d'ouv., 779.

MERLE (A.) et E. FOURNIER. Sur le Trias marin du Nord de Madagascar [Obs. de H. DOUVILLÉ, 664], 660.

Métallogénie. Voir : *Minéralogie*.

MICHEL-LÉVY (Albert). Analogie des terrains primaires du Sud des Vosges et de ceux du Morvan, 816.

Minéralogie. Remarque sur la genèse des minerais de fer par décomposition de la glauconie, par L. CAYEUX, 397. — Sur une couche dite « terre potassique » près Saulces-Monclin (Ardenes), par G. NEGRE, 396-397. — L'exc. A₂ du 11^e Congrès géol. intern., par P. TERMIER [Obs. de L. CAREZ, BIGOT, 776], 752. — Recherches sur la métallogénie des Blendes et des minéraux qui en dérivent, par L. DE LAUNAY et G. URBAIN, 787. Voir : *Pétrographie*.

Miocène. Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aiguës (Vaucluse), par J. COTTREAU

[Obs. de J. WELSCH, 629, Ch. DEPÉRET, 668], 541.

MIQUEL E IRIZAR (Colonel Manuel). Nécrologie, 710.

Monaco. Voir : *Grotte du Prince*.

MONACO (Prince de). Don de la série des publ. de l'Institut océanographique, 710.

Montréjeau. Porc-Epic quaternaire des env. de — (Hte-Garonne), par E. HARLÉ, 740.

Morbihan. *Potamides* cf. *Basteroti* M. DE S. à St-Jean la Poterie (—), par G. FERRONNIÈRE, 481.

MORELLET (Lucien MORELLET et Jean). Découverte d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens de Chalons-sur-Vesle, 713.

MORIN (Maurice). Sur les foisonnements de l'anhydrite et des gypses triasiques au tunnel de Genevreuille (Hte-Saône), 440. — Note préliminaire sur la faune et la flore du calcaire de Brie en Seine-et-Marne, 445.

Morvan. Analogies des terrains primaires du Sud des Vosges et de ceux du —, par A. MICHEL-LÉVY, 816.

MOURET (G.). Obs. sur quelques points de la géol. des env. de la Capelle-Marival (Lot), signalés par M. Paul LEMOINE, 398. — Note sur les fractures de la Limargue entre St-Vincent et Boussac (Lot), 488. — Note sur le prolongement probable vers le Sud du chenal houiller de Mauriac, 829.

N

Nantes. Exc. dans la région W. de la feuille de —, par G. FERRONNIÈRE, 749.

Navarre. Sur quelques points de la géol. du N. de l'Aragon et de la —, par L. CAREZ, 682.

Nécrologie. Philippe THOMAS, 161, JANET (Léon), 334. — GONDIN (Marius), 334. — GOUBINE, 334. — AGNUS, 336. — COLCANAP, 336. — ZLATARSKI (Georges), 338. — Albert GAUDRY, 351. — Léon JANET, 375. — DE LORIOU, 380. — N. FONT Y SAGUÉ, 423. — TABARIÉS DE GRANDSAIGNE, 626. — R. BASSET-BONNEFONS, 710. — Félix CAMBESSEDÉS, 710. — Eugène DANILOFF, 710. — Colonel Manuel MIQUEL E IRIZAR, 710. — Georges ROLLAND, 710.

NEGRE (Georges), Sur une couche dite « terre potassique », près Saulces-Monclin (Ardennes), 396.

NÉGRIS (Ph.) et Const. A. KTENAS. Sur l'âge triasique du calcaire de l'Acrocorinthe, 311.

Néogène. Note sur les Poissons — de la Catalogne, par M. LERICHE, 471.

Nîmes. Réun. extr. à Valence, Alais et —, 857. — Exc. à St-Mamert et aux env. de —, par F. ROMAN, 905.

Nummulitique. Obs. sur le — des Alpes suisses, par Arnold HEIM [Obs. de J. BOUSSAC, 304], 298.

O

Océanie. Voir : *Nouvelle-Calédonie*, *Tahiti*.

Oligocène. Conclusion d'une étude sur l'— des Apennins de la Ligurie, par G. ROVERETO, 66. — Obs. sur l'âge des grès de Numidie et sur la faune du Cherichira, par J. BOUSSAC, 485.

P

Paléontologie. Sur l'origine du groupe de l'*Amm. Percevali* UHL. du Barrémien, par W. KILIAN, 7. — Quelques remarques à propos du jeune des *Ammonites (Proplanulites) mutabilis* SOWERBY et *Amm. (Aulacostephanus) pseudo-mutabilis* DE LORIOU, 296. — Sur quelques Poissons du Crétacé du Bassin de Paris, par M. LERICHE (pl. VI), 455. — Note sur les Poissons néogènes de la Catalogne, par M. LERICHE (pl. VI), 471. — Le siphon des Ammonites et des Bélemnites, par F. GRANDJEAN, 496. — Études sur la famille des Lophodontidés, par Ch. DEPÉRET (pl. VII), 558. — De l'extinction des espèces par la « Dégénérescence » ou maladie des rameaux phylétiques. Introduction à une Paléopathologie générale, par R. LARGER, 631. — Obs. sur les Ostréidés. Origine et classification, par H. DOUVILLÉ (pl. X-XI), [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 645], 634. — Obs. sur la flore fossile des grès thanétiens de Vervins (Aisne) et révision des espèces qui la composent, par P. H. FRITEL (pl. XII-XIII), 691. — Déc. d'une forme nouvelle de Dasycladacées dans les sables thanétiens

- de Chalons-sur-Vesle, par L. et J. MORELLET, 713. — Sur la classification des Hippurites, par A. TOUCAS (Obs. de H. DOUVILLÉ, 727), 723. — Un *Virgatites* du Caucase occ.; origine méditerranéenne de ce genre; *Alaxioceras*, *Pseudovirgatites* et *Virgatosphinctes*, par R. DOUVILLÉ, 730. — Projet de loi relatif aux fouilles intéressant l'Archéologie et la Paléontologie, 796. — Sur le genre *Ammonitoceras*, par W. KILIAN, 798. — Types nouveaux de Polypiers éocènes, par M. FILLIOZAT (pl. XIV), 801. — Notes sur quelques Echinides recueillis par M. DALLONI dans les Pyrénées de l'Aragon, par J. LAMBERT (pl. XV), 808. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. CANU (pl. XVI-XIX), 840. — Étude phytologique sur le bassin de Célas, par L. LAURENT, 910. — Le gisement de Mammifères d'Euzet-les-Bains (Gard), par Ch. DEPÉRET, 914. — Faune saumâtre du Sannoisien du Gard, par F. ROMAN (pl. XXII-XXIV), 927.
- Paléozoïque.** De l'action des poussées venant du Sud sur l'allure des assises — du N.W. de la France, par J. BERGERON, 466.
- PAQUIER (V.). Sur la présence du genre *Petalodontia* dans le Sénonien sup. des Petites Pyrénées de la Hte-Garonne, 630.
- PAQUIER (V.) et L. MENGAUD. Note préliminaire sur le Crétacé de la prov. de Santander, 527.
- Pas-de-Calais.** Note sur l'*Elephas primigenius* de la vallée de l'Aa, par PONTIER, 629.
- PASSERAT (Charles). Prés. d'ouv., 780.
- Pech St-Sauveur.** Sur deux points de la géol. pyrénéenne : Le — et la fenêtre d'Arbas, par L. BERTRAND [Obs. de L. CAREZ, 716], 714.
- Permien.** Sur le — de Madagascar, par M. BOULE [Obs. de A. LACROIX, 315], 314.
- PÉROUX (Étienne). Le Puits artésien de Maisons-Laffitte, 18.
- PERVIGNIÈRE (Léon). Sur la nature du plateau sous-marin de Rochebonne (Charente-Inf.), 28. — Prés. d'ouv., 295, 626. — Obs. sur la classification des Ostréidés, 645. — Obs. sur la géol. des env. de Redeyef (Tunisie), 659.
- Pétrographie.** Les roches alcalines de Tahiti, par A. LACROIX (pl. III-IV), 91. — Analogie des terrains primaires du S. des Vosges et de ceux du Morvan, par A. MICHEL-LÉVY, 816.
- PEYROT. Prés. d'ouv., 6.
- Pontaix.** Exc. à —, La Clastre et Aouste, par G. SAYN, 873.
- PONTIER. Note sur l'*Elephas primigenius* de la vallée de l'Aa, 629.
- Priabonien.** Sur la présence du — dans le N. du Maroc, par L. GENTIL et J. BOUSSAC, 484. — Sur la présence du — en Égypte, par J. BOUSSAC, 485.
- Primaire.** Les minerais de fer oolithiques — de France, par L. GAYEUX, 531. — Analogies des terrains — du Sud des Vosges et de ceux du Morvan, par A. MICHEL-LÉVY, 816.
- Prix, 342.
- Puy-de-Dôme.** Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez, par Ph. GLANGEAUX, 481.
- Pyrénées.** Études géol. sur la feuille de Mauléon, par L. CAREZ (pl. I-II) [Obs. de E. DE MARGERIE, 90], 73. — Résumé de la géol. des —, par L. CAREZ [Obs. de L. BERTRAND, 425, 480; E. DE MARTONNE, 426; O. MENGEL, 427], 425. — Coupe du versant mér. des — au N. de la prov. de Barcelone, par O. MENGEL, 475. — Obs. sur l'existence de mouvements du sol récents dans la région orient. des —, par Ch. DEPÉRET, 523. — Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. Léon BERTRAND sur la structure des —, par L. CAREZ [Obs. de L. BERTRAND, 628], 627, 666. — Sur la présence du genre *Petalodontia* dans le Sénonien sup. des Petites — de la Hte-Garonne, par V. PAQUIER, 630. — Résumé de la géol. des — françaises, par L. CAREZ, 670. — Sur quelques points de la géol. du N. de l'Aragon et de la Navarre, par L. CAREZ, 682. — Sur deux points de la géol. pyrénéenne : le Pech St-Sauveur et la fenêtre d'Arbas, par L. BERTRAND [Obs. de L. CAREZ, 716], 714. — Note sur quelques Echinides recueillis par M. DALLONI dans les — de l'Aragon, par J. LAMBERT (pl. XV), 808.
- Pyrénées (Basses-).** Études géol. sur la feuille de Mauléon, par L. CAREZ (pl. I-II) [Obs. de E. DE MARGERIE, 90], 73.

Q

Quaternaire. La *Hyæna intermedia* et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel, par E. HARLÉ, 34. — Restes d'*Elephas primigenius* sous le sable des Landes, par E. HARLÉ, 163. — Les brèches osseuses à perforations des Lithodomes de la Grotte du Prince, par M. BOULE [Obs. de G. B. M. FLAMAND, 669], 406. — Porc-Épic quaternaire des env. de Montréjeau (Hte-Garonne), par Ed. HARLÉ, 740. — Ossements découverts par MM. de Cerralbo, Alcalde et Carballo, en Espagne, par Ed. HARLÉ, 746. — Les phénomènes —s étudiés par les exc. A₂ et A₁, du Congrès géol. de Suède, par P. LORY, 750.

R

RAMOND (G.). Élections pour 1910, 1.
Redeyef. La géol. des env. de — (Tunisie), par H. ROUX et H. DOUVILLÉ [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 659], 646.
 RENZ (Carl). Sur de nouveaux affleurements du Carbonifère en Attique, 782. — Nouvelles recherches géol. en Grèce, 783.
Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de Fr. à Valence, Alais et Nîmes, 857.
 RICHE (Altaïe). Sur la position stratigraphique de *Creniceras Renggeri* OPP., 295. — RÉUN. EXTR. : Exc. à la montagne de Crussol, 865.
Rochebonne. Sur la nature du plateau sous-marin de — (Charente-Inf.), par L. PERVINQUIÈRE, 28.
 ROLLAND (Georges). Nécrologie, 710.
 ROMAN (F.). RÉUN. EXTR. : Exc. à Brouzet et à St-Just (pl. XX et XXI), 892. — Allocution, 900. — Exc. dans le bassin d'Alais, 901. — Exc. à St-Mamert et aux env. de Nîmes, 905. — Faune saumâtre du Sannoisien du Gard (pl. XXII-XXIV), 927.
Roumanie. Obs. sur la tectonique des Carpathes roumaines à propos d'un mém. récent, par J. BERGERON, 578.
 ROUYER (Camille). Prés. d'ouv., 294.
 ROUX (H.) et Henri DOUVILLÉ. La géol. des env. de Redeyef (Tunisie) [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 659], 646.
 ROVERETO (Gaetano). Conclusions d'une étude sur l'Oligocène des Apennins de la Ligurie, 66.

Royan. La Craie et le Tertiaire des env. de —, par H. DOUVILLÉ, 51. — Liste des Bryozoaires de la Craie de —, par F. CANU, 62.

Russie. Voir : *Caucase, Transcaucasie*.

S

Sahara. Le Carbonifère d'Oum el Asel et de Tazoult (—), par R. CHUDEAU, 11.
Saint-Jean la Poterie. *Potamides* cf. *Basteroti*, M. de S. à — (Morbihan), par G. FERRONNIÈRE, 481.
Saint-Just. Exc. à Brouzet et à — par F. ROMAN, (pl. XX-XXI), 892.
Saint-Mamert. Exc. à — et aux env. de Nîmes, par F. ROMAN, 905.
Saint-Thomé. Exc. à Donzère, — et La Farge, par G. SAYN, 884.
Saint-Vincent, Note sur les fractures de la Limargue entre — et Boussac (Lot), par G. MOURET, 488.
Sannoisien. Faune saumâtre du — du Gard, par F. ROMAN (pl. XXII-XXIV), 927.
Santander. Tertiaire de la prov. de — (Espagne), par L. MENGAUD [Obs. de H. DOUVILLÉ, 33], 30. — Sénonien sup. des env. de —, par L. MENGAUD, 482. — Note prélim. sur le Crétacé de la prov. de —, par V. PAQUIER et L. MENGAUD, 527.
Saône (Haute-). Sur le foisonnement de l'anhydrite et des gypses triasiques au tunnel de Genevreuille (—), par M. MORIN, 440.
Saulces-Monclin (Ardennes); Sur une couche dite « terre potassique », près —, par G. NEGRE, 396-397.
 SAYN (Gustave). RÉUN. EXTR. : Allocution, 863. — Exc. à Pontaix, La Clastre et Aouste (pl. XX), 873. — Exc. à Cobonne et Livron, 880. — Exc. à Donzère, Saint-Thomé et La Farge, 884. — Exc. à Vogüé et aux gorges de l'Ardeche, 889. — Obs., 897, 899, 908.
Scanie. Les terrains néocrétacés de —, par W. KILIAN, 717.
 SEIDLITZ (W. Von), Prés. d'ouv., 665.
Seine-et-Marne. Note prélim. sur la faune et la flore du Calcaire de Brie en —, par M. MORIN, 445.
Seine-et-Oise. Le puits arlésien de Maisons-Lafitte, par E. PÉROUX, 18.
Seismologie. Le seismographe de l'Université de Grenoble, 161.

Sénonien sup. des env. de Santander, par L. MENGAUD, 482. — Sur la présence du genre *Petalodontia* dans le — sup. des Petites Pyrénées de la Haute-Garonne, par V. PAQUIER, 630.

Seo de Urgel. Nouvelle note sur la cuencita de la —, par M. CHEVALIER, 9.

SETCHOUAN. Principaux résultats géol. de la mission Legendre au pays Lolo (—, Chine), par le D^r LEGENDRE et P. LEMOINE, 307.

Siphon. Le — des Ammonites et des Bélemnites, par F. GRANDJEAN, 496.

Soudan. Note sur la géol. du —, par R. CHUDEAU, 317.

STUART-MENTEATH (P. V.). Prés. d'ouv., 780.

Suède. Voir : 11^e Congrès géol., *Scanie*.

T

TABARIÉS DE GRANDSAIGNE. Nécrologie, 626.

Tahiti. Les roches alcalines de —, par A. LACROIX (pl. III-IV), 91.

Tectonique. Études géol. sur la feuille de Mauléon (B.-Pyr.), par L. CAREZ (pl. I-II) [Obs. de E. DE MARGERIE, 90], 73. — Sur la tectonique de l'île d'Elbe, par P. TERMIER (pl. V) [Obs. de E. HAUG, 160], 134. — Contribution à l'étude tectonique du Haut-Atlas marocain, par L. GENTIL, 162. — De l'action des poussées venant du S. sur l'allure des assises paléozoïques du N. W. de la France, par J. BERGERON, 166. — Note prélim. sur la stratigraphie et la — de la Corse orientale, par Eugène MAURY [Obs. de P. TERMIER, 293], 272. — Obs. sur le Nummulitique des Alpes suisses, par A. HEIM [Obs. de J. BOUSSAC, 304], 298. — Note sur les nappes de charriage de la région de Camaret (Finistère), par L. AZÉMA [Obs. de BERGERON, 421], 412. — Résumé de la géol. des Pyrénées, par L. CAREZ [Obs. de L. BERTRAND, 425, 480 ; E. DE MARTONNE, 426 ; O. MENGEL, 427 ; Ch. DÉPÉRET, 523], 425. — Obs. sur la — des Carpathes roumaines à propos d'un mém. récent, par J. BERGERON, 578. — Examen comparatif de ses conclusions et de celles de M. L. BERTRAND sur la structure des Pyrénées, par L. CAREZ [Obs. de L. BER-

TRAND, 628], 627, 666. — Résumé de la géol. des Pyrénées françaises, par L. CAREZ, 670. — Sur deux points de la géol. pyrénéenne : Le Pech Saint-Sauveur et la fenêtre d'Arbas, par L. BERTRAND [Obs. de L. CAREZ, 716], 714. — L'excursion A₂ du 11^e Congrès intern., par P. TERMIER [Obs. de L. CAREZ, BIGOT, 776], 752.

TERMIER (Pierre). Sur la tectonique de l'île d'Elbe [Obs. de E. HAUG, 160] (pl. V), 134. — Obs. à propos de la tectonique de la Corse orientale, 293. — Prés. d'ouv., 294, 404. — L'excursion A₂ du 11^e Congrès géol. intern. [Obs. de L. CAREZ, BIGOT, 776], 752.

TERMIER (Pierre) et Jacques DE LAPPARENT. Prés. d'ouv., 665.

Terrasses. Note prélim. sur les — des env. de Valence, par le Général DE LAMOTHE, 805.

Tertiaire de la province de Santander (Espagne), par L. MENGAUD [Obs. de H. DOUVILLÉ], 30. — La Craie et le — des env. de Royan, par H. DOUVILLÉ, 51. — Résumé sur les terrains —s de l'Allemagne occ., le Bassin de Mayence, par G. F. DOLLFUS (pl. VIII-IX). — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. CANU (pl. XVI-XIX), 840.

Voir : *Éocène*, *Ludien*, *Miocène*, *Oligocène*, *Sannoisien*, *Thanétien*.

Thanétien. Obs. sur la flore fossile des grès —s de Vervins (Aisne) et revision des espèces qui la composent, par P. H. FRITEL (pl. XII-XIII), 691.

THEVENIN (Armând). Albert GAUDRY : Notice nécrologique, liste des publications, 351, 364. — Prés. d'ouv., 712.

THOMAS (Philippe). Nécrologie, 161.

Touat. Le Carbonifère d'Oum el Asel et de Tazoult (Sahara), par P. CHUDEAU, 11.

TOUCAS (A.). Sur la classification des Hippurites [Obs. de H. DOUVILLÉ, 727], 723.

Transcaucasie. Sur la — centrale, par P. BONNET, 524.

Trias. Sur la découverte du — marin à Madagascar, par H. DOUVILLÉ [Obs. de E. HAUG, 133], 125. — Sur l'âge triasique du calcaire de l'Acrocorinthe, par Ph. NÉGHIS et C. A. KTENAS, 311. — Sur le foisonnement de l'anhydrite et des gypses triasiques au tunnel

de Genevreuille (Haute-Saône), par M. MORIN, 440. — Sur le — marin du N. de Madagascar, par A. MERLE et E. FOURNIER [Obs. de H. DOUVILLÉ, 664], 660.

Tunisie. Sur quelques Vertébrés fossiles du S. de la —, par M. BOULE, 312. — La géol. des env. de Redeyef (—), par H. ROUX et H. DOUVILLÉ [Obs. de L. PERVINQUIÈRE, 659], 646.

Turonien. Le — de Villedieu, par M. FILLIOZAT, 424.

U

URBAIN (L. DE LAUNAY et G.). Recherches sur la métallogénie des blends et des minéraux qui en dérivent, 787.

V

Valence. Note prélim. sur les terrasses des env. de —, par le Général DE LAMOTHE, 805. — Réun. extr. à —, Alais et Nîmes, 857.

VALETTE (Dom) et M. COSSMANN. Prés. d'ouv., 798.

Vaucluse. Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (—), par J. COTTREAU [Obs. de J. WELSCH, 629; Ch. DEPÉRET, 668], 541.

Vendée. Sur les environs de Luçon (—), par A. DE GROSSOUVRE, 799.

Vertébrés. Sur quelques — fossiles du S. de la Tunisie, par M. BOULE, 312.

Vervins. Obs. sur la flore fossile des grès thanétiens de — (Aisne) et révision des espèces qui la composent, par P. H. FRITEL (pl. XII-XIII), 691.

VIDAL (L. M.). Prés. d'ouv., 521.

Villedieu. Le Turonien de —, par M. FILLIOZAT, 424.

Vogüé. Excursion à — et aux gorges de l'Ardèche, par G. SAYN, 889.

Volcanisme. Les phénomènes volcaniques et les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 481.

Vosges. Analogies des terrains primaires du S. des — et de ceux du Morvan, par A. MICHEL-LÉVY, 816.

W

WELSCH (Jules). A propos de l'âge des grès à plantes de l'Anjou et des fossiles roulés en général [Obs. de P. H. FRITEL, 8], 7. — Prés. d'ouv., 627. — Les marnes sableuses de Cabrières d'Ayguès et de Carnot, 629.

Y

Yunnan. Résumé des résultats de la mission géol. de — (1909-1910), par J. DEPRAT, 719.

Z

ZLATARSKI (Georges). Nécrologie, 338.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU
ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME 1

- Aceracanthus* cf. *acutus* L. AGASSIZ, p. 456; pl. VI, fig. 1.
Acerotherium Gaudryi, p. 447.
Adapis magnus FILH., p. 924.
Amaltheus margaritatus D'ORB., p. 506, fig. 8.
Ammonites, p. 496, 660.
 — *Guerinianus* D'ORB., p. 7.
 — *Percevali* UHL., p. 7.
Ammonitoceras, p. 798.
Anchilophus Dumasi GÉRYAIS, p. 918.
Anomia ephippium LINN., var. *ruguloso-costata*, p. 549. — *Anomia costata* HÖERNES.
Aralia (Oreopanax) aquisextiana SAP., p. 704, fig. 8.
 — (*Oreopanax*) *Papilloni* WAT., p. 702; pl. XIII, fig. 1-2. — *Platanus Papilloni* WAT.
Archæozonites verticilloides A. BRA., p. 605, 611. — *Z. subverticillus* SBG., H. *increscens* TH.
Arctostrea, p. 637.
Arietites Kridion HEHL., p. 506, fig. 7.
Assilina Leymeriei D'ARCHIAC et HAIME, p. 60.
Assiminea Nicolasi ROMAN, p. 929: pl. XXIII, fig. 6.
Astrocania Dollfusi FILL., p. 801; pl. XIV, fig. 1-3.
Atæioceras, p. 730.
Antacostephanus pseudomutabilis DE LORIOI, p. 296, fig. 1.
Bactridium labiatum CANU, p. 846; pl. XVI, fig. 7-8.
Bambusium Papilloni WAT., p. 697; pl. XII, fig. 2.
Belemnites, p. 513.
Belemnopsis hastata BLAINV., p. 515, fig. 18, 19, 20, 21.
Belemnopsis sulcata MÜLLER, p. 519, fig. 22.
Bellerophon (Euphemus) Urii FLEM., p. 13.
Bithinella (Dieretostoma) meridionalis ROMAN, p. 931, fig. 2.
 — (*Lartetia*) *rhodanica* ROMAN, p. 931, fig. 1.
Bithinia œvispiriformis ROMAN, p. 934; pl. XXIII, fig. 7.
 — *ngernensis* ROMAN, p. 933; pl. XXIII, fig. 8. — *B. Monthiersi* CAREZ.
Canis lupus LINN., p. 41.
Cardium Darwini MAY., p. 548. — *C. indicum* LAMK.
Cervus (Dama?) LINN., p. 741.
 — *elaphus* LINN., p. 47.
Cestracion sp., p. 458; pl. VI, fig. 3.
Chæropotamus Depereti STEH., p. 921.
 — *minor* GÉRYAIS, p. 922.
Cladiscites, p. 132, fig. 10.
Chlamys gloriamaris DUB. var. *longolævis* SACC., p. 548. — *Pecten substriatus* D'ORB.
Clausilia protacta, p. 607. — *C. collarifera*, *C. Kochi*, *C. recticostata* BOETT.
Clava (Cerithium) Rathii A. B., p. 608. — *C. Merceyi* COSSM.
Comptonia Schrankii BERRY, p. 699; pl. XII, fig. 4-5. — *Dryandroides Roginei* WAT.
Cordillerites cf. *angulatus* H. et SM., p. 128, fig. 1-3.
Corticites stigmarioides ENGELH., p. 708.
Cribrilina biarrizensis CANU, p. 846; pl. XVI, fig. 5.
Cylindracanthus cretaceus DIXON, p. 470; pl. VI, fig. 8.

1. Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

- *Cœlorhynchus* cretaceus DIXON.
- Cynodictis lacustris* GERV., p. 924.
- Cyperites carinatus* WAT., p. 696, fig. 4.
- Cyrena Garezi* FONT., p. 951; pl. XXIX, fig. 8.
- *Dumasi* M. DE S., p. 951; pl. XXIV, fig. 9.
- Dacrytherium ovinum* OWEN, p. 919.
- Dichodon cervinum* OWEN, p. 921.
- Discoidea pulvinata* DESOR. var. *major*, p. 269, fig. 2.
- Doliostrobis Sternbergi* MARION, p. 693, fig. 1. — *Poacites* Heeri WAT., *Cryptomeria* Bazini WAT.
- Dryophyllum curticellense* SAPOOTA, p. 699, fig. 6. — *Myrica* curticellensis WAT., *M. Roginei* WAT., *M. angustissima* WAT., *M. æmula* CHRÉ.
- *laxinerve* SAP. et MAR., p. 701, fig. 7; pl. XII, fig. 6-7.
- *levalense* MARTY, p. 701.
- Duvalia lata* BLAINV., p. 873. — *D. ensifer*.
- Elasmodus crassus* HÉBERT, p. 469; pl. VI, fig. 7. — *Aptychus* crassus HÉB.
- Elephas*, p. 746.
- *primigenius* BLUM., p. 163.
- Epiaster Dallonii* LAMBERT, p. 840; pl. XV, fig. 4-5.
- Exogyra*, p. 635.
- Fedora glandulosa* D'ARCH., p. 854; pl. XIX, fig. 3-4. — *Lunulites* glandulosa.
- Felis pardina* OWEN, p. 46.
- Felixopsammia arcuata* FILL., p. 804; pl. XIV, fig. 7-11.
- Flabellaria hœringiana* GOSS., p. 695, fig. 3.
- Flemingites*, p. 131, fig. 9.
- Glandina cancellata* SANDR., p. 604. — *G. inflata* R., *L. cretacea* THOMÆ.
- (*Oleacina*) *subsulcosa* TH., p. 604. — *G. rugulosa* Sbg.
- Goniatites Listeri* W. MARTIN, p. 505, fig. 6, 16.
- Gravieropsammia cornucopiæ* FILL., p. 802; pl. XIV, fig. 4-6.
- Gryphea*, p. 637.
- Gyrodus sculptus* CORNUEL, p. 461. — *Pycnodus sculptus* CORN., *P. imitator* CORN., *P. disparilis* CORN., *P. (Typodus) Colteai* SAUV., *Cosmodus sculptus* H. E. SAUV., *C. imitator* H. E. SAUV., *P. contiguidens* CORN., *P. asperulus* CORN., *Cœlodus asperulus* A. SMITH-WOODW., *Gyrodus?* *disparilis* A. SM. W.
- Haplobunodon Picteli* sp. LYDEKKER., p. 919. — *H. Lydekkeri* STEHL.
- Haplomeryx Picteli* STEHL., p. 920.
- Helix (Coryda) subsulcosa* TH., p. 606. — *H. rugulosa*, *H. colorata*.
- (*Fruticicola*) *leptoloma* A. B., p. 605, 612. *H. crebripuncta* Sbg., *H. similis* TH., *H. Barlayresi* NOULET.
- *villosa* TH., p. 605, 617. — *H. Lemani* BRONG., *H. Lemani* Sbg.
- (*Galactochilus*) *pomiformis* A. B., p. 606. — *H. Mattiaca* STEIN.
- (*Gonostoma*) *sublenticula* Sbg., p. 605. — *H. lapidicella* TH.
- *osculum* TH., p. 605. — *H. Dometi* DENAIN.
- (*Macularia*) *deflexa* A. B., p. 606. — *H. altoiodes* TH.
- (*Tachea*) *subcarinata* Sbg., p. 617. — *H. Munieri* DESH.
- (*Vallonia*) *Sandbergeri* DESH., p. 605, 612. — *H. lepida* REUSS, *H. pulchella* A. B.
- Hemiaster aragonensis* LAMBERT, p. 811; pl. XV, fig. 6-7.
- *incrassatus* LAMB., p. 813; pl. XV, fig. 11-12.
- *Dallonii* LAMB., p. 812; pl. XV, fig. 8-10.
- Heterocella fragilis* DEFIL., p. 842. — *Vincularia fragilis* DEFIL.

- Hydrobia celasensis* FONT., p. 930; pl. XXIII, fig. 5. — *H. pyramidalis* DESH.
- Hildoceras bifrons* BRUG., p. 513, fig. 16.
- Hippoporina subchartacea* D'ARCH., p. 852; pl. XVIII, fig. 8, 9, 10. — *Eschara chartacea* D'ARCH., *E. punctata* D'ARCH., *E. subchartacea* D'ARCH., *Cellaria stenosticha* REUSS.
- Hippurites*, p. 723.
- Hyæna crocuta* ERLX, race *intermedia* M. DE S., p. 44, fig. 1-2.
— *striata* ZIMM., v. *monspessulana* DE CHRISTOL, p. 41, fig. 3-4.
- Hyalina (Helix) deplanata* TH., p. 611.
— *H. cellaria* MULL.
- Hyænodon Heberti* FILHOL., p. 923.
— *minor* GERVAIS, p. 923.
— *Requieni* GERVAIS, p. 922.
- Hyhdodus basanus* EGERTON, p. 457; pl. VI, fig. 2.
- Hyootherium medium*, p. 623. — *H. Meissneri*.
- Hyracodon nebracensis*, p. 447.
- Hystrix* sp., p. 742, fig. 1.
- Ischyodus Thurmanni* PICT. et CAMP., p. 460; pl. VI, fig. 5.
- Isogonum rugosa* LUDW., p. 609. — *Perna Deshayesi* MAYER.
— *Sandbergeri* DESH., p. 609. — *Perna Heberti* COSSM. et LAMB.
- Isomicraster Dallonii* LAMB., p. 814; pl. XV, fig. 13-14.
- Juliania* ROMAN, p. 935.
— *expansa* DEPÉRET, p. 935; pl. XXIII, fig. 3. — *Nematurrella expansa* DEP.
— *Nicolasi* ROMAN, p. 936; pl. XXIII, fig. 4.
- Koninckites* (?), p. 129, fig. 4.
- Laurophyllum elegans* HOLLICK., p. 705, fig. 9.
- Lecanites*, p. 130, fig. 7-8.
- Leptotheridium Lugeoni* STEHLIN, p. 919.
- Limnea Ioutonensis* ROMAN, p. 946; pl. XXII, fig. 12.
— *fabulum* BRONG., p. 607. — *L. fabula* DESH.
- Limnea fusiformis* Sow., p. 948.
— *longiscata* var. *ostrogallica* FONT., p. 948.
— *minor* TH., p. 613. — *L. Dupuyi*.
— *Thomæi* REUSS., p. 607. — *L. Boettgeri*.
— *pyramidalis* BRARD., p. 947; pl. XXIV, fig. 6.
— *subbullata* SBG., p. 618. — *L. condita* DESH., *L. vulgaris* PF.
— *subplaustris* TH., p. 613, 618. — *L. cornea* BRONGT.
- Liogryphea*, p. 635.
- Liostrea*, p. 635.
- Littorina tumida* BOETTGER., p. 608. — *L. loxostoma* B.
- Lopha* BOLTEN, p. 637, 645. — *Alectryonia* F. DE W.
— *Bursauxi* H. DOUV., p. 639; pl. XI, fig. 3-7.
— *crisatula* H. D., p. 639; pl. XI, fig. 15.
— *Rouxi* H. D., p. 640, pl. XI; fig. 8-16.
— *Tissoti* TH. et P., p. 639; pl. XI, fig. 1-2.
- Lophiaspis* DEPÉRET, p. 558.
— *Baicherei* DEP., p. 561; pl. VII, fig. 2.
— *Maurettei* DEP., p. 559; pl. VII, fig. 1.
— *occitanicus* sp. CUVIER, p. 562; pl. VIII, fig. 3. — *Palæotherium occitanicum* CUV., *Lophiodon occitanium* BLAINV., *L. cesserasicum* FILHOL.
- Lophiodon*, p. 568.
— *lantricense* NOULET race *franconicum* WAGNER, p. 575, pl. VII, fig. 5. — *L. rhinoceros* DEP. et CAR., *L. franconica* WAGN., *L. rhinoceros* MAACK.
— *Thomasi* DEPÉRET, p. 575; pl. VII, fig. 4.
- Lophiotherium cervulum* GERVAIS, p. 918.
- Ludwigia opalina* REIN., p. 502, fig. 3; p. 507, fig. 9.
- Lunulites androsaces* MICHELOTTI, p. 843; pl. XVI, fig. 11-13.

- Lunulites urceolata* CUVIER, p. 843, pl. XVI, fig. 9-10.
- Lutra canadensis* SABINE, p. 40.
- Lutra Valetoni* E. GEOFF., p. 609. — *Stephanodon mombachiensis* H. DE M.
- Lygodium Gosseleti* FRITEL, p. 692.
- Lyloceras jurense* ZIETEN, p. 503, fig. 4-5.
- Meekoceras* (?), p. 129, fig. 5.
- Melania*. (*Eumelania*) *Juliani* DEP., p. 938; pl. XXII, fig. 7.
- — *vardonica* FONT., p. 938; pl. XXII, fig. 6. — *Striatella vardonica* FONT.
- (*Jacquotia*) *apivospira* FONT., p. 941; pl. XXII, fig. 8.
- (*Tarebia*) *barjacensis* FONT., p. 939; pl. XXII, fig. 1, 2, 3, 4. — *Striatella barjacensis* FONT.
- Melanoïdes albigensis* NOULET, var. *Dumasi* FONT., p. 942, pl. XXII, fig. 9.
- *occitanicus* FONT., p. 944.
- Melanopsis callosa* A. BR., p. 618. — *M. Fritzii* TH.
- *romejacensis* FONT., p. 944; pl. XXIV, fig. 3-4.
- (*Stylospirula*) *acrolepta* FONT., p. 945; pl. XXIV, fig. 5.
- Meles taxus* SCHREB., p. 40.
- Membranipora biarritziana* CANU, p. 842; pl. XVI, fig. 2.
- *quadrifascialis* CANU, p. 842; pl. XVI, fig. 1.
- Mesodon* cf. *gigas* L. AGASSIZ, p. 464, fig. 1.
- Microdon Muensteri* PICT. et CAMP., p. 465; pl. VI, fig. 6. — *Pycnodus Muensteri* L. AGASS., *P. complanatus* L. AGASS., *Anomæodus Muensteri* A. SM.-WOODW.
- Micropora coriacea* ESPER., p. 845. — *Membranipora gracilis* REUSS.
- *erecta* CANU, p. 845; pl. XVI, fig. 4.
- *impressa* MOLL., p. 844; pl. XVI, fig. 6. — *Eschara nobilis* MICH., *Flûstra glomerata* D'ARCH.
- Modiola Brauni* C. et L., p. 609. — *M. augusta* BRAUN.
- Monopora ampulla* D'ARCH., p. 851; pl. XVIII, fig. 4-7. — *Eschara ampulla* D'ARCH.
- *labiata* D'ARCH., p. 851; pl. XVII, fig. 3-4. — *Eschara labiata* D'ARCH.
- Murex Dujardini* TOURN., p. 546. — *M. aquitanicus* GRAT.
- Myrica acuminata* UNGER, p. 697, fig. 5; pl. XII, fig. 3. — *Dryandroides acuminata* ETT., *D. latifolius* ETT.
- Mytilus crista galli* LINNÉ, p. 645.
- Myrtophyllum Warderi* LESQX., p. 704, fig. 9; pl. XII, fig. 9. — *Ficus degener* UNGER.
- Nautilus* (*Vestinautilus paucicarinatus*) FOORD, p. 12.
- Nassa* (*Peridipsacus*) *eburnoides* MATH., p. 546. — *Buccinum Caronis* BRONGT.
- Necrolemur Edwardsi* FILL., p. 924.
- Neritina marmorea* A. B., p. 613. — *A. fluviatilis*.
- Neritina cryptospiroides* FONT., p. 928; pl. XXII, fig. 11.
- *lantricensis* NOULET var. *Sauvagesi* FONTANNES, p. 928; pl. XXII, fig. 10.
- Notidanus Muensteri* L. AGASSIZ, p. 458; pl. VI, fig. 4. — *N. eximius* WAGNER.
- Nummulites atacicus* LEYMERIE, p. 60.
- *biarritzana*, p. 60.
- *biarritzensis* D'ARCHIAC, p. 60.
- Nummulites Ramondi* DEP., p. 61.
- Nystia plicata* D'ARCH. et VERN., p. 936, pl. XXIII, fig. 1. — *Cyclostoma plicatum* D'ARCH. et VERN., *Bithinia plicata* D'ARCH. et VERN.
- *rardonica* ROMAN, p. 937, pl. pl. XXIII, fig. 2.
- Odontaspis macrorhiza* COPE mut. *infracretacea* LERICHE, p. 459. — *O. gracilis*, PICT. et CAMP.
- Onychocella angulosa* REUSS, p. 844. — *Eschara subpyrifor-*

- mis d'ARCH. Membrani-
pora angulosa REUSS.
- Orynoticerus Guibalianum* d'ORB. p.
497; fig. 1, 2.
- Ostrea*, p. 634-637.
- *acuminata* SOW., p. 247.
 - *bellovacina* LAMK., p. 641; pl. X,
fig. 1.
 - *callifera* LAMK., p. 592. — O.
hippopus LAMK. pars.
 - *hyotis* LINNÉ, p. 645.
 - *multicostata* DESH., p. 641; pl.
X, fig. 2-5.
 - *obscura* SOW., p. 247.
 - *strictiplicata* R. et D., p. 641;
pl. X, fig. 6-9; pl. XI, fig. 17.
- Palæotherium crassum* CUVIER, p. 916.
- Paraspilicerus* W. KILLAN, p. 7.
- *guerinianum* d'ORB., p. 7.
— Amm. guerinianus
d'ORB.
 - *pachycyclum* UHL., p. 7.
 - *Percevali* UHL., p. 7. —
Amm. Percevali UHL.
- Parkinsonia Parkinsoni* SOW., p. 509,
fig. 11.
- Pasianopsis retinervis* SAP. et MAR.,
p. 702.
- Pectunculus glycimeris* LINN., p. 548.
P. (Axinea) pilosus LINN.
- Phillipsia (Griffithites) cf. sangamonensis*
MEEK et WORTHEN,
p. 15, fig. 2.
- Phylloceras Nilssoni* d'ORB., p. 511,
fig. 13, 14, 15.
- Physaster Vasseurii* DALL. et LAMB.,
p. 808; pl. XV, fig. 1-3.
- Plagiolophus annectans* OWEN., p. 917.
- Planorbis cornu* BRONG., p. 607. — P.
corniculum TH.
- cf. *declivis* BRAUN, p. 949.
 - *Rouvillei* FONT., p. 948; pl.
XXIV, fig. 7.
 - *stenocyclotus* FONT., p. 949;
pl. XXII, fig. 10.
- Poacites obsoletus* WAT., p. 696; pl.
XII, fig. 1.
- Porella cervicornis* PALLAS, p. 850;
pl. XIX, fig. 1-2. — Hetero-
pora subconcinna d'ARCH.
- Poricella Leymeriana* MICH., p. 848. —
Eschara Leymeriana MICH.,
Poricella Suteri CANU.
- Porina* (?) *contorta* CANU, p. 847; pl.
XVII, fig. 2.
- *mamillata* d'ARCH., p. 847;
pl. XVII, fig. 7-9. — Pustu-
lopore mamillata d'ARCH.
- Polamides aporoschema* FONT. p. 906;
pl. XXIV, fig. 10.
- Prattia glandulosa* d'ARCH., p. 854; pl.
XIX, fig. 7-9.
- Proplanulites Hector* d'ORB., p. 296,
fig. 1.
- *mutabilis* SOW., p. 296,
fig. 1.
- Pseudobelus pistilliformis* BLAINV., p.
514, fig. 17.
- Pseudorhitolina* H. DOUV., p. 57.
- *Marthæ* H. DOUV., p.
55, fig. 1-4.
- Pseudovirgatiles*, p. 730.
- Pupa (Negulus) lineolatus*, p. 606. —
P. suturalis.
- (*Leucochilus*) *didymodus* BRAUN,
p. 612. — P. Fischeri DESH.,
P. Munieri DESH., P. bifida
DESH.
 - (*Pupilla*) *quadrigranata* A. B.,
p. 606. — P. parvula DESH.
 - (*Vertigo*) *callosa* REUSS., p. 606.
— P. alleodus SAG.
- Pycnodonta*, p. 635.
- Quercytherium tenebrosus* FILHOL.,
p. 923.
- Rudistes*, p. 53.
- Sabal Hæringiana* UNGER, p. 892. —
Chamærops Dumasi d'H.-FIRM.
- Sabalites andegavensis* SAPORTA, p. 694,
fig. 3.
- *Chatiniana* CRIÉ, p. 694, fig. 2.
 - *primæva* SCHIMPER, p. 694,
fig. 2.
- Saxicava arctica* L., p. 547. — S. rugosa
PENNY.
- Schizoporella Hærnesi* REUSS., p. 853;
pl. XVII, fig. 6. — Eschara
Hærnesi REUSS.
- *Hærnesi* var. *procumbens*,
p. 853; pl. XIX, fig. 5.
- Sigaretus haliotidens* LINN., p. 547. —
Cryptostoma striatum M.
DE SERRES.
- Smillia aviculifera* CANU, p. 849; pl.
XVIII, fig. 1-3. — Eschara
monilifera d'ARCH.

- *excentrica* CANU, p. 850 ; pl. XIX, fig. 6.
- *septapuncta* CANU, p. 850 ; pl. XVII, fig. 5.
- Sphaeroceras Brongniarti* SOW., p. 507, fig. 10.
- Spirifer trigonalis* MARTIN, p. 13.
- Spiliceras*, p. 7.
- Stachycarpus eocenica* ST. MEUNIER, p. 707, fig. 10 ; pl. XII, fig. 10.
- Stalioa Allardi* ROMAN, p. 932 ; pl. XXIV, fig. 1.
- *compensis* ROMAN, p. 933 ; pl. XXIV, fig. 2.
- Steneofiber Escheri* H. DE M. (*Chalicomys*), p. 609. — *St. viciacensis* P. GERV.
- Stenothyra compressiuscula* A. B., p. 608. — *Nematura pupa* SAND.
- Sterculia Labrusca* UNGER, p. 702 ; pl. XII, fig. 8.
- Sus scrofa* LINN., p. 47.
- Tetraodon* sp. p. 474 ; pl. VI, fig. 9.
- Titanomys veisenoviensis* H. DE MEYER, p. 609. — *Lagodes picoides* POMEL.
- Trygon cavernosus* PROBST., p. 471, fig. 1.
- Tubucellaria mamillaris* M.-EDW., p. 848 ; pl. XVII, fig. 1.
- Ursus arctos* LINN., p. 41.
- Venus subrotunda* DEFU., p. 547. — *V. clathrata* DUF.
- Venus umbonaria* LAMK., p. 548. — *Meretrix (Amiantis) gigas* LAMK.
- Virgalites*, p. 730.
- *Panderi* D'EICHW., p. 730, fig. 1-2.
- Virgato sphinctes*, p. 730.
- Viviparus soriciniensis* NOULET, p. 930. — *Paludina soriciniensis* NOUL.
- Xiphodon cf. castrense* KOW., p. 920.

DATES DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1-2	— (Feuilles 1-6, pl. I-II),	mai 1910.
— 3-4	— (— 7-16, pl. III-V),	juillet 1910.
— 5	— (— 17-25),	novembre 1910.
— 6	— (— 26-33, pl. VI),	janvier 1911.
— 7	— (— 34-44, pl. VII-XI),	mai 1911.
— 8	— (— 45-54, pl. XII-XIX),	janvier 1912.
— 9	— (— 55-63, pl. XX-XXIV),	novembre 1912.

ERRATA

- Page 92. La note infrapaginale 2 doit être reportée p. 93 et prendre le numéro 1.
- Page 93. La note infrapaginale 1 doit être reportée p. 92 et prendre le numéro 2.
- Page 94. Note infrapaginale, ligne 5, *au lieu de* : contour ; *lire* : carton.
- Face à l'EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV, *lire, en haut, à droite sur la planche* :
PL. XIV *au lieu de* PL. XV.
- Face à l'EXPLICATION DE LA PLANCHE XV, *lire, en haut, à droite, sur la planche* :
PL. XV *au lieu de* PL. XIV.
-