

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DOUZIÈME

Année 1912



090 004399 1

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

1912-1915

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LISTE DES ANCIENS PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(† indique les anciens Présidents décédés)

	MM.		MM.
1830.	† AMI BOUÉ.	1864.	† DAUBRÉE.
	† DE ROISSY.	1865.	† GRUNER (L.).
1831.	† CORDIER.	1866.	† LARTET (Édouard).
1832.	† BRONGNIART (Alex.).	1867.	† DE VERNEUIL.
1833.	† DE BONNARD.	1868.	† BELGRAND.
1834.	† CONSTANT PRÉVOST.	1869.	† DE BILLY.
1835.	† AMI BOUÉ.	1870-71.	† GERVAIS (P.).
1836.	† ÉLIE DE BEAUMONT.	1872.	† HÉBERT.
1837.	† DUFRÉNOY.	1873.	† DE ROYS (Marquis).
1838.	† CORDIER.	1874.	† COTTEAU.
1839.	† CONSTANT PRÉVOST.	1875.	† JANNETTAZ (Ed.).
1840.	† BRONGNIART (Alex.).	1876.	† PELLAT (Ed.).
1841.	† PASSY.	1877.	† TOURNOUËR.
1842.	† CORDIER.	1878.	† GAUDRY (Albert).
1843.	† D'ORBIGNY (Alcide).	1879.	† DAUBRÉE.
1844.	† D'ARCHIAC.	1880.	† DE LAPPARENT (Albert)
1845.	† ÉLIE DE BEAUMONT.	1881.	† FISCHER.
1846.	† DE VERNEUIL.	1882.	DOUVILLÉ (Henri).
1847.	† DUFRÉNOY.	1883.	† LORY (Ch.).
1848.	† MICHELIN.	1884.	† PARRAN.
1849.	† D'ARCHIAC.	1885.	† MALLARD.
1850.	† ÉLIE DE BEAUMONT.	1886.	† COTTEAU.
1851.	† CONSTANT PRÉVOST.	1887.	† GAUDRY (Albert).
1852.	† D'OMALIUS D'HALLOY.	1888.	† SCHLUMBERGER.
1853.	† DE VERNEUIL.	1889.	† HÉBERT.
1854.	† D'ARCHIAC.	1890.	† BERTRAND (Marcel).
1855.	† ÉLIE DE BEAUMONT.	1891.	† MUNIER-CHALMAS.
1856.	† DESHAYES.	1892.	† MICHEL LÉVY.
1857.	† DAMOUR.	1893.	ZEILLER.
1858.	† VIKESNEL	1894.	GOSSELET.
1859.	† HÉBERT.	1895.	LINDER.
1860.	† LEVALLOIS.	1896.	DOLLFUS (Gustave).
1861.	† S ^U -CLAIRE-DEVILLE (Ch.).	1897.	BARROIS (Charles).
1862.	† DELESSE.	1898.	BERGERON (Jules).
1863.	† GAUDRY (Albert).	1899.	DE MARGERIE (Emm.).

MM.		MM.	
1900.	† DE LAPPARENT (Albert)	1906.	† BOISTEL (A.).
1901.	CAREZ (Léon).	1907.	CAYEUX (L.).
1902.	HAUG (Émile).	1908.	DOUVILLÉ (Henri).
1903.	BOULE (Marcellin).	1909.	† JANET (Léon).
1904.	TERMIER (Pierre).	1910.	LACROIX (A.).
1905.	† PERON (A.).	1911.	OEHLERT (D).

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.	OEHLERT.	1902.	ROUSSEL (Joseph).
1882.	VASSEUR (G.).	1904.	PERVINQUIÈRE (Léon).
1883.	DOLLFUS (G.).	1906.	BRESSON (A.).
1884.	LEENHARDT.	1908.	THEVENIN (A.).
1887.	† MICHEL LÉVY.	1910.	DOUVILLÉ (Robert).

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.).	1911.	RÉVIL (J.).

LAURÉATS DU PRIX PRESTWICH

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

LAURÉAT DU PRIX ALBERT GAUDRY

1911. M. BOULE (Marcellin).

LAURÉAT DU PRIX GOSSELET

1911. M. NICKLÈS (R.).

ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

POUR L'ANNÉE 1912

BUREAU

Président :

M. Louis GENTIL.

Vice-Présidents :

MM. Stanislas MEUNIER.
Le général JOURDY.

MM. L'abbé BOURGEAT.
Henri BOURSALT.

Secrétaires :

Pour la France :

M. Antonin LANQUINE.

Pour l'Étranger :

M. Robert DOUVILLÉ.

Vice-Secrétaires :

M. A. LAUBY.

M. R. HUMERY.

Trésorier :

M. M. COSSMANN.

Archiviste :

M. Paul JODOT.

CONSEIL

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

MM. A. DOLLOT.
E. DE MARGERIE.
Jean BOUSSAC.
G. RAMOND.
A. LACROIX.
G. F. DOLLFUS.

MM. Émile HAUG.
Léon CAREZ.
D. OEHLERT.
L. CAYEUX.
Paul LEMOINE.
J. BLAYAC.

COMMISSIONS

Commissions de publication et des Archives

MM. LOUIS GENTIL, A. LANQUINE, R. DOUVILLÉ, M. COSSMANN,
P. JODOT, membres du Bureau, font partie de ces Commissions.

Bulletin :

MM. L. CAREZ, L. CAYEUX, HENRI DOUVILLÉ, P. LEMOINE, E. DE
MARGERIE.

Mémoires de Géologie :

MM. L. CAYEUX, ÉM. HAUG, P. LEMOINE.

Mémoires de Paléontologie :

MM. J. BOUSSAC, ÉM. HAUG, P. LEMOINE, L. PERVINQUIÈRE,
A. THEVENIN, R. ZEILLER.

Commission des Archives et de la Bibliothèque :

MM. J. BLAYAC, J. COTTREAU, PAUL LEMOINE.

Commission de Comptabilité :

MM. L. CAREZ, A. DOLLOT, H. DOUVILLÉ.

Commission des Prix.

43 membres dont 21 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. A. BIGOT, LOUIS BUREAU, COLLOT, Ch. DEPÉRET,
G. SAYN.

MEMBRES A PERPÉTUITÉ¹

- † BAROTTE (J.).
 - † BAZILLE (Louis).
 - † COTTEAU (Gustave).
 - † DANTON.
 - † DAUBRÉE (A.).
 - † DOLLFUS-AUSSET (Daniel).
 - † FONTANNES (Louis).
 - † JACKSON (James).
 - † GAUDRY (Albert).
 - † GOSSELET (J.).
 - † GRAD (Ch.).
 - † LAGRANGE (Docteur).
 - † LAMOTHE (Colonel de).
 - † LEVALLOIS (J.).
 - † MIEG (Mathieu).
 - † PARANDIER.
 - † PRESTWICH (Joseph).
 - † REYMOND (Ferdinand).
 - † ROBERTON (Docteur).
 - † TOURNOÛER.
 - † 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 1912

(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.
- 1911 ALBAILLE (Joseph), domaine de l'Ardide, près Béziers (Hérault).
- 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), 1, calle Sagristans, 3^o, Barcelone (Espagne).
- 1902 AMBAYRAC (J. Hippolyte), Professeur honoraire, 6, place Garibaldi, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1899 10 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.
- 1911 ANDROUSSOW (Pr. N.), Université Saint-Vladimir, 14, Vinogradnaja, Kiew (Russie).
- 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 (Dr. 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 20 AZÉMA (Colonel Léon), 137, avenue Parmentier, Paris, X.
- 1903 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), 12, Kleine Seestrass, Wansee près Berlin (Allemagne).
- 1875* BARDON (Paul), 27, rue Pierre-Guérin, Paris, XVI.
- 1901 BARRÉ (Commandant O.), 10, avenue Henri-Martin, Paris, XVI.
- 1880* BARRET (Abbé), Doyen de Formeries (Oise).
- 1903 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* 30 BARY (Émile de), Guebwiller (Haute-Alsace).
- 1885 BAYLE (Paul), Directeur des mines et usines de la Société lyonnaise des Schistes bitumineux, Autun (Saône-et-Loire).
- 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, 14, rue Pérignon, Paris, VII.
- 1894 BÉROUD (Abbé J. M.), Mionnay (Ain).
- 1890 BERTRAND (Léon), Professeur de Géologie à l'École normale supérieure, Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 137, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.
- 1910 40 BEUGNOT (Th.), Vétérinaire-major au 12^e régiment d'artillerie, Licencié ès sciences naturelles, 53, rue de la Fédération, Montreuil-sous-Bois (Seine).
- 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, palais de l'Université, 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).
- 1911 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE (M. Thomæ), Tubingen (Wurtemberg).
- 1887 BIGOT (A.), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université, 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, Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.
- 1897 BOCA, Licencié ès sciences, 5, rue Cassette, Paris, VI.
- 1896 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).
- 1882* 60 BONAPARTE (Prince Roland), Membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.
- 1911 BONNAMI (Louis), 70, rue Henri-Litolff, Colombes (Seine).
- 1853 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 Bouin, par Chef-Boutonne (Deux-Sèvres).
- 1857 BOREAU-LAJANADIE (Charles), 30, cours du 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 70 BOURGEAT (Chanoine), Doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille, Valfin-lès-Saint-Claude (Jura).
- 1887 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), Licencié ès sciences naturelles, 224, avenue du Maine, Paris, XIV.

- 1904 BOUZANQUET, Ingénieur des Arts et Manufactures, 29, rue des Batignolles, Paris, XVII.
- 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, Etats-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, Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, Mustapha (Alger).
- 1901 BROUET (G.), Chimiste de la station agronomique de Laon, avenue Brunehaut, Laon (gare) (Aisne).
- 1909 BROUWER (Dr H. A.), Géologue au Service des Mines, Java (Indes néerlandaises).
- 1911 BRUNET (Marcel), Licencié ès lettres, 20, rue de la Perle, Paris, III.
- 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, 8, quai Henri IV, Paris, IV.
- 1880* BUREAU (Louis), Professeur à l'École de Médecine, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1904 BURSAUX, 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).
- 1910 CALLENS (E.), Ingénieur civil des Mines, 39, rue Lafontaine, 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).
- 1910 CARDAILLAC (Jean de), Substitut au procureur de la République, boulevard Edouard Rey (maison Esprit), Grenoble (Isère).
- 1910 CARDOT (Ch.), Pharmacien, Melisey (Haute-Saône).
- 1875* CAREZ (Léon), Docteur ès sciences, Ancien directeur de l'Annuaire géologique, Licencié en droit, 18, rue Hamelin, Paris, XVI.
- 1911 CARNEGIE MUSEUM (W. J. Holland, dir.), Pittsburg (Penns. U. S. A.).
- 1890 CARRIÈRE, 4^a, rue Agrippa, Nîmes (Gard).
- 1911 100 CAUX (G.), Ingénieur-chimiste, « Les Lauriers », 26, boulevard d'Argenson, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1891 CAYEUX (Lucien), Professeur à l'École nationale des Mines et à l'Institut national agronomique, 6, place Denfert-Rochereau, Paris, XIV.
- 1911 CÉSAR-FRANCK (Robert), licencié ès sciences, 119 bis, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.
- 1910 CHABANIER (E.), Ingénieur, chef de Laboratoire aux Mines de la Vieille Montagne, à Viviez (Aveyron).
- 1879 CHAIGNON (Vicomte de), 14, rue Guérin, Autun (Saône-et-Loire).
- 1902 CHALAS (Adolphe), 45, rue Émile-Menier, 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 110 CHARTRON (C.), 1, rue Henry-Renaud, 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, 58, rue Cardinet, Paris, XVII.
- 1884 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 géologique du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).
- 1907 CHUDEAU (René), Docteur ès sciences, 35, rue de l'Arbalète, Paris, V.
- 1904 120 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).
- 1907* 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 L'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 130 [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 COQUIDÉ (Eugène), Professeur agrégé au Lycée, 11, rue Régemortes, Moulins (Allier).
- 1902 CORBIN (Paul), 119, avenue de Wagram, Paris, XVII.
- 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), Directeur de la *Revue critique de Paléozoologie*, 110, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris, X.
- 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 140 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 COUFFON (Olivier), Docteur en médecine, Secrétaire de *Palaeontologia Universalis*, Saint-Denis d'Anjou, Mayenne.
- 1896 COUNILLON, 13, rue de la Poissonnerie, Hanoï (Tonkin).
- 1902* COURTY (Georges), 11, rue Pétel, Paris, XV; 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), Premier 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 DALLEMAGNE (Henry), 78, quai de Clichy, Clichy-la-Garenne (Seine).
- 1905 150 DALLONI (Marius), Docteur ès sciences, Collaborateur aux Services de la Carte géologique de la France et de l'Algérie, Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), Alger.
- 1906 DAL PIAZ (Georges), Université de Padoue (Italie).
- 1911 DARESTE DE LA CHAVANNE (J.), Docteur ès Sciences, Laboratoire de géologie, Faculté des Sciences, Lyon (Rhône).
- 1907 DARTON (Nelson H.), Geologist U. S., Bureau of Mines 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).
- 1910 DECARY (Raymond), La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).
- 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* 160 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, 21, rue Franklin, Paris, XVI.
- 1901 DELÉPINE (Abbé G.), Professeur à la Faculté libre des Sciences, 60, boulevard Vauban, Lille (Nord)
- 1911 DENIS (Pierre), agrégé de l'Université, 29, rue Boulard, Paris, XIV.

- 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, Service des Mines, Hanoi (Tonkin).
- 1887 DEREIMS (A.), Docteur ès sciences, Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.
- 1904 DERWIES (M^{lle} Vera de), Docteur ès sciences, Kra-
meniu Ostrow, allée du Milieu, villa n° 4 (de
Bour), Saint-Pétersbourg (Russie).
- 1904 DESBUISSONS (Léon), Chef du Service géographique
au Ministère des Affaires Étrangères, 10, rue
Royale, Paris, VIII.
- 1890 170 DEYDIER, Ancien notaire, Correspondant du Ministère
de l'Instruction publique, Cucuron (Vaucluse).
- 1907 DIENERT (Frédéric), Docteur ès sciences, Chef du ser-
vice local de surveillance des sources de la Ville
de Paris, 8, place de la Mairie, St-Mandé (Seine).
- 1904 DOLLÉ, Préparateur de Géologie 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, bou-
levard Saint-Germain, Paris, VI.
- 1898 DONCIEUX (Louis), Docteur ès sciences, Chargé d'un
cours complémentaire de Géologie à l'Université
(Faculté des Sciences), 3, rue de Jarente, Lyon
(Rhône).
- 1893 DONNEZAN (Docteur Albert), 5, rue Font-Froide, Per-
pignan (Pyénées-Orientales).
- 1894 DORLODOT (Chanoine H. de), Directeur de l'Institut
géologique de l'Université libre, 42, rue de Bériot,
Louvain (Belgique).
- 1874* DOURMERC (Jean), Ingénieur civil des Mines, Expert
près les tribunaux, 61, rue Alsace-Lorraine, Tou-
louse (Haute-Garonne), et boulevard Blaise-Dou-
merc, Montauban (Tarn-et-Garonne).

- 1903 180 DOUMERGUE, Professeur au Lycée, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 2, rue Manégat, Oran (Algérie).
- 1869* DOUVILLÉ (Henri), Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur honoraire à l'École nationale des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.
- 1901* DOUVILLÉ (Robert), Docteur ès Sciences, Préparateur de Géologie à l'École nationale des Mines, 7, rue Jean-du-Bellay, Paris, IV.
- 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).
- 1911 DROPSY, Antsirabé (Madagascar).
- 1877 DUEIL (André), Ay (Marne).
- 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 190 DUTERTRE (E.), Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- 1880 DUVERGIER DE HAURANNE (Emmanuel), château d'Herry (Cher).
- 1907 EASTMANN (Charles-Rochester), Conservateur de Paléontologie au Carnegie Museum, Pittsburg (Penns. U. S. A.).
- 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 Vésinet (Seine-et-Oise).
- 1903* EPERY, Docteur en médecine, Alise-Sainte-Reine, par Les Laumes (Côte-d'Or).
- 1901 ESPINAS (Pierre), 2, rue Decamps, Paris, XVI.
- 1905 EUCHÈNE (Albert), 8, boulevard de Versailles, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

- 1895* EVRARD (Charles), Notaire, Varenne-en-Argonne (Meuse).
- 1880 FALLOT (Emmanuel), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 34, rue Castéja, Bordeaux (Gironde).
- 1908* 200 FALLOT (Paul), Rovérez, Lausanne (Suisse).
- 1867* FAVRE (Ernest), 8, rue des Granges, Genève (Suisse).
- 1908 FAVRE (François), Docteur ès sciences, 12, rue des Granges, Genève (Suisse).
- 1867 FAYOL (Henri), Directeur général de la Société de Commeny-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), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université, Directeur adjoint du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 77, rue Michelet, (Mustapha) Alger.
- 1905 FILLIOZAT (Marius), 9, rue Saint-Bié, Vendôme (Loir-et-Cher).
- 1884 FINET (Achille), 117, boul. Malesherbes, Paris, VIII.
- 1894 FISCHER (Henri), Docteur ès sciences, 51, boulevard Saint-Michel, Paris, V.
- 1887 210 FLAMAND (G. B. M.), Professeur adjoint à la Faculté des Sciences, Directeur adjoint du Service géologique (Territoires du Sud), 87, rue Michelet (Mustapha), Alger.
- 1903 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).
- 1892 FORTIN (Raoul), Manufacturier, 24, rue du Pré, Rouen (Seine-Inférieure).
- 1873 FOUQUET, 161, boulevard Haussmann, Paris, VIII.
- 1892 FOURNIER (Eugène), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

- 1904 FREYDENBERG (Henri), Capitaine d'infanterie coloniale, Docteur ès sciences, 25, boulevard Pasteur, Paris, XV.
- 1874 FRIBEN (Abbé A.), Chanoine honoraire, 41, rue de l'Évêché, Metz (Alsace-Lorraine).
- 1908 FRITEL (P.-H.), Préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle, 35, rue de Buffon, Paris, V.
- 1889 FRITSCH (Dr Anton), Professeur à l'Université, Jáma, n° 7, Prague (Bohême).
- 1900 220 GAILLARD (Claudius), Docteur ès sciences naturelles, Conservateur du Muséum de Lyon, 17, rue Cronstadt, Lyon (Rhône).
- 1901* GARDE (Gilbert), Docteur ès sciences, 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).
- 1910 GAUDRIOT (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, 11, rue Saint-Pierre, Neuilly-sur-Seine.
- 1902 GAUTIER (Émile-F.), Professeur à l'Université d'Alger (Faculté des Lettres) 4, rue Lagarde, Paris, V.
- 1892 GEIKIE (Sir Archibald), Dr. 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).
- 1892 GENTIL (Louis), Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 38 bis, rue Denfert-Rochereau, Paris, V.
- 1910 GEORGE (Eugène), Licencié ès sciences naturelles, 91, boulevard Beaumarchais, Paris, VII.
- 1909 230 GERNEZ (Gabriel), 80, rue d'Assas, Paris, VI.
- 1880 GÉSINCOURT (DESPREZ DE), Inspecteur des Eaux et Forêts, en retraite, 49, rue Albert-Joly, Versailles (Seine-et-Oise).
- 1909 GIGNOUX (Maurice), Préparateur de Géologie et Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Grenoble (Isère).

- 1884 GIRARDOT, Docteur en médecine, 15, rue Mégevand, Besançon (Doubs).
- 1889 GIRAUD (Jean), Agrégé, Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur au Service 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), Collaborateur principal au Service de la Carte géol. de la France, 46 bis, boulevard de Lafayette, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
- 1902 GODBILLE (Paul), Chef de secteur à l'Inspection vétérinaire de Paris et du département de la Seine, 211, rue d'Allemagne, Paris, XIX.
- 1906 GODEFROY (R.), Ingénieur aux Mines de Landres, Pienne (Meurthe-et-Moselle).
- 1911 240 GOLDMAN (Marcus), Dept. of Geology, John Hopkins University, Baltimore (Mar., U. S. A.).
- 1897 GOLFIER, 30, rue Pernetz, Paris, XIV.
- 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 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* 250 GRANDIDIER (Alfred), Membre de l'Institut, 74 bis, rue du Ranelagh, Paris, XVI.
- 1903 GRANDIDIER (Guillaume), 2, rue Gœthe, Paris, XVI.
- 1910 GRANDJEAN, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'École nationale des Mines, 3, rue Albert-de-Lapparent, 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 en retraite, La Boiseraye, Saint-Cyr-sur-Loire (Indre-et-Loire).
- 1909 GROTH (Jean), 2, contour de la Motte, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- 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 Étables (Côtes-du-Nord).
- 1908 GUILLAUME (M.), Ingénieur au Corps des Mines, 11, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1890 260 HAAS (Hippolyt), Dr 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).
- 1910 HALDEMAN (G. T.), Ingénieur des Mines, École des Mines de l'Université, Pittsburg (États-Unis d'Amérique).
- 1910 HAMELIN (Lucien), 140, route de Fontainebleau, Kremlin-Bicêtre (Seine).
- 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 (Émile), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de géologie à la Sorbonne, 4, rue Victor-Cousin, Paris, V.
- 1885 HENRY (J.), Docteur ès sciences, ancien Professeur à l'Ecole de Médecine, 37, rue Ernest-Renan, Besançon (Doubs).
- 1896 HERMANN, Libraire, 6, rue de la Sorbonne, Paris, V.
- 1905 270 HOERNES (Dr. Rudolf), Professeur à l'Institut géologique de l'Université, Heinrichstrasse, 61/63, Graz (Styrie).
- 1869 HOLLANDE (D.), Bastia (Corse).
- 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, Adjoint à l'Inspecteur des Travaux publics de l'Afrique occidentale française, Dakar (Sénégal).
- 1878 HUGHES (Thos. Mc Kenny), F. R. S., F. G. S., Professeur de géologie, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Grande-Bretagne).
- 1911 HULSTER (Alfred de), 49, rue Falguière, Paris, XV.
- 1910 HUMERY (R.), 16, rue Tournefort, Paris, V.
- 1908 HUOT, Capitaine au 22^e bataillon de Chasseurs, Albertville (Savoie).
- 1903* ILOVAÏSKY (David), Musée de Géologie, à l'Université, Moscou (Russie).
- 1889 280 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).
- 1904 INSTITUT DE GÉOLOGIE ET DE PALÉONTOLOGIE, « Alte Akademia », Munich (Allemagne).
- 1910 INSTITUT GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE CRACOVIE (Galicie).
- 1892 INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE, 16, rue Claude-Bernard, Paris, V.

- 1904 JACOB (Charles), Agrégé des sciences naturelles, Professeur adjoint 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).
- 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).
- 1910 290 JEAN (M^{lle} Juliette), Licencié ès sciences naturelles, 17, boulevard de Port-Royal, Paris, XIII.
- 1907* JODOT (Paul), 2, rue Claude-Pouillet, Paris, XVII.
- 1907 JOLEAUD (Léonce), Docteur ès Sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 16, plage du Prado, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1903 JOLY (Henri), Docteur ès sciences, 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, Genève (Suisse).
- 1863 JOURDY (Général Em.), du cadre de Réserve, 82, rue Claude-Bernard, Paris, V.
- 1873 JOUSSEAUME, Docteur en médecine, 29, rue de Gergovie, Paris, XIV.
- 1898 KALKOWSKY (Dr. Ernst), Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de Minéralogie et Géologie, 11, Bismarckplatz, Dresde, A, 14 (Allemagne).

- 1895 300 KARAKASCH (Dr. Nicolas Iwanowitsch), Conservateur du Musée géologique de l'Université impériale, Wassily Ostrow, 10 ligne, 13, 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 KILIAN (W.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 38, avenue Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).
- 1866 KIENEN (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 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 310 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de l'École normale supérieure, 45, rue d'Ulm, Paris, V.
- 1911 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE du Muséum national d'Histoire naturelle, 61, rue Buffon, 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, 23, rue Humboldt, Paris, XIV.
- 1888 LACROIX (Abbé E.), Aumônier de la Marine, en retraite, 179, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1872* LAMBERT (Jules-Mathieu), Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, Troyes (Aube).

- 1875 LAMOTHE (Général de division de), 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris, VII.
- 1901* LAMOTHE (René de), 20, rue de l'Odéon, Paris, VI.
- 1873* 320 LANDERER (J.-José), 34, rue de Caballeros, Valence (Espagne).
- 1880 LANGLASSÉ (René), 52, quai National, Puteaux (Seine).
- 1908 LANQUINE (Antonin), Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.
- 1896 LANTENOIS, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Hanoï (Tonkin).
- 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-Laffitte (Seine-et-Oise).
- 1887* LATASTE (Fernand), Professeur honoraire de l'Université du Chili, Cadillac-sur-Garonne (Gironde).
- 1897 LATINIS (Léon), Ingénieur, Senefte (Hainaut, Belgique).
- 1904 LAUBY (A), Docteur ès Sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique, 64, rue des Archives, Paris, III.
- 1886 LAUNAY (Louis DE), Membre de l'Institut, 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 330 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 Ampère, Lyon (Rhône).
- 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* LE COUPPEY DE LA FOREST (Max), Ingénieur des Améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture, 12, rue Pérignon, Paris, VII.
- 1869* LEDOUX (Charles), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'École des Mines, 250, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.
- 1868* LÉENHARDT (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 340 LEGIS (Stanislas), Ancien professeur au Lycée Louis-le-Grand, 22, avenue Reille, Paris, XIV.
- 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, Préparateur de Géologie appliquée à l'École nationale des Mines, 5, rue de Médicis, Paris, VI.
- 1903 LERICHE (Maurice), Professeur de Géologie à l'Université, 14, rue des Sols, Bruxelles (Belgique).
- 1909* LÉTANG, Docteur en médecine, 25, rue Demours, Paris, XVII.
- 1899 LEVAT (Ed.-David), Ingénieur civil des Mines, 174, boulevard Malesherbes, Paris, XVII.
- 1867 LEZ (Achille), Conducteur des Ponts et Chaussées en retraite, rue de Vaux, Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).
- 1906 LHOMME (Léon), Ingénieur civil, éditeur, 3, rue Corneille, Paris, VI.
- 1880* LIBBEY (William Jr.), Dr. 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 350 LIMANOWSKI (Miésislas), (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, Ingénieur civil, 47, rue de Chabrol, Paris, X.
- 1895 LISSAJOUS, 10, quai des Marans, Mâcon (S.-et-L.).
- 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 LONCLAS (Émile-Edouard), 2, avenue Girard, Marseille (Blancarde) (Bouches-du-Rhône).
- 1887* LONQUETY (Maurice), Ingénieur civil des Mines, Outreau, 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 360 LUGEON (Maurice), Professeur à l'Université, villa des Préalpes, avenue Charles-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).
- 1910 MANSARD, 2, avenue Ingres, Paris, XVI.
- 1906 MANSUY, Géologue du Service géologique de l'Indo-Chine, Hanoï (Tonkin).
- 1887 MARGERIE (Emmanuel de), 44, rue de Fleurus, Paris, VI.
- 1910 MARQUET (Charles), Ingénieur civil des Mines, 18, avenue des Marronniers, Asnières (Seine).
- 1885 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).
- 1911 370 MARTIN-SCHMIDT (Pr. Dr.), K. Landesgeologe Büchsenstrasse, 56, II, Stuttgart (Allemagne).
- 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, 11, rue des Sœurs-noires, Montpellier (Hérault).
- 1911 **MAUGER** (G.-E.), Capitaine au « Royal Jersey Artillery », Sainte-Claire (Jersey).
- 1900 **MAURICE** (Joseph), Ingénieur civil des Mines, Hacienda de Monte-Horcaz, par Villanueva de las Minas (province de Séville, Espagne).
- 1902 **MAURY** (E.), Préparateur de Physique au Lycée, 48, route de Levens, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1905 **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 380 **MENGAUD** (Louis), Professeur agrégé des Sciences naturelles au Lycée, 7, rue Lakanal, Toulouse (Haute-Garonne).
- 1902 **MENGEL** (O.), Directeur de l'Observatoire météorologique, 45 bis, quai Vauban, Perpignan (Pyrénées-Orientales).
- 1905 **MÉRIGEAULT** (Emilien), Ingénieur au Corps des Mines, Constantine (Algérie).
- 1903 **MERLE**, Contrôleur principal des Mines, 3, rue de Crimée, Mont-Saint-Aignan (Seine-Inférieure).
- 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), Conservateur du Musée, 25, rue Denfert-Rochereau, Belfort.
- 1881 **MICHALET** (A.), quartier de la Barre, allée des Platanes, Toulon (Var).
- 1911 **MICHALON** (Lucien), Ingénieur civil des Mines, 96, rue de l'Université, Paris, VII.
- 1901 **MICHEL** (Léopold), Professeur adjoint de Minéralogie à l'Université de Paris (Faculté des Sciences), 54, boulevard Maillot, Neuilly-sur-Seine (Seine).

- 1901 390 MICHEL-LÉVY (Albert), Dr. ès sciences, Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, Préparateur au Collège de France, 80, boulevard Flandrin, Paris, XVI.
- 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.), Résident de France, Kompong-Thom (Cambodge).
- 1878 MONTHIERS (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 50, rue Ampère, Paris, XVII.
- 1911 MORELLET (Jean), 3, boulevard Henri IV, Paris, IV.
- 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, 36, quai de Béthune, Paris, IV.
- 1908 400 MORIN (Maurice), Entrepreneur de Travaux publics, 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-Muysart, Lille (Nord).
- 1876 MOURET (G.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 22, rue du Chifflet, Besançon (Doubs).
- 1895 MOURGUES, Dr. ès sciences, chargé d'un cours de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue Bascule, 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, 95, rue de Monceau, Paris, VIII.
- 1897 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).
- 1911 MUSÉE GÉOLOGIQUE-PALÉONTOLOGIQUE de l'Université, (Pr. Branca), 43, Invalidenstrasse, Berlin, N, 4 (Allemagne).
- 1898 410 MUSÉE NATIONAL GÉOLOGIQUE d'Agram (Croatie, Autriche).
- 1908 NEGRE (Georges), 5 bis, rue Delaizement, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1904 NÉGRIS (Ph.), Ingénieur, Ancien ministre des Finances, Athènes (Grèce).
- 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, 17, boulevard Flandrin, Paris, XVI.
- 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 NOEL (Eugène), Ancien élève de l'École normale supérieure, 106, rue du faubourg des Trois-Maisons, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- 1886 NOLAN, 8, place du Marché, Neuilly-sur-Seine.
- 1905 NOPCSA (Baron Franz), Uj-Arad (Hongrie).
- 1910 420 NUMILE (Louis-Gustave), Ingénieur civil, 93, rue de Lourmel, Paris, XV.
- 1877* OEHLERT (Daniel), Correspondant de l'Institut, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 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 OUDRI (Général), Ancien commandant de Corps d'armée, Durtal (Maine-et-Loire).
- 1902 PACHUNDAKI (D.-E.), de l'Institut égyptien, Post-Office, box 1138, Alexandrie (Égypte).
- 1888* PATRIS DE BREUIL, Docteur en droit, 18, rue de Rueil, Suresnes (Seine).
- 1884 430 PAVLOW (Alexis-Petrovitch), Professeur de Géologie à l'Université de Moscou, Maison de l'Université, 34, Dolgoroukovski pereoulouk, 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 PESSON-DIDION (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 52, boulevard Malesherbes, Paris, VIII.
- 1878 PETITCLERC (Paul), 6, rue du Lycée, Vesoul (Haute-Saône).
- 1911 PETKOWITCH (Wladimir R.), Dr. ès sciences, Assistant à l'Institut géologique de l'Université, Belgrade (Serbie).
- 1911 PFENDER (M^{lle}), 171, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris, IX.
- 1910 440 PINARD (Albert), 176, rue du Faubourg-Saint-Denis, Paris, X.
- 1903 PIROUTET (Maurice), Licencié ès sciences, Salins (Jura).
- 1902 PISSARRO (G.), Licencié ès sciences, 85, avenue de Wagram, Paris, XVII.
- 1910 PITAVAL (R.), Ingénieur civil des Mines, 105, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

- 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), Économiste à l'hôpital Claude-Bernard, 126, rue de Flandre, Paris, XIX.
- 1910 POLO (Léon), Docteur en médecine, 2, rue Guibal, Nantes (Loire-Inférieure).
- 1881 PONCIN (H. Athanase), Propriétaire, Primarette, par Revel-Tourdon (Isère).
- 1910 PONTIER, Docteur en médecine, Lumbres (Pas-de-Calais).
- 1908 430 POPESCU-VOITESTI, Institut géologique, 2, sos Kisselef, Bucarest (Roumanie).
- 1896 POPOVICI-HATZEG (V.), Docteur ès sciences, Chef du Service géologique du Ministère des Domaines, 10, strada Bratiano, Bucarest (Roumanie).
- 1902 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).
- 1910 POURBAIX (J.), Ingénieur, 73, boulevard de l'Hôpital, Mons (Belgique).
- 1884 PRIEM (Fernand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Henri IV, 135, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.
- 1909* PUSSENOT (Charles), Capitaine d'artillerie, 11, boulevard Gambetta, Grenoble (Isère).
- 1905 PUZENAT (Léon), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 21 bis, rue de Boulainvilliers, Paris, XVI.
- 1891* RACOVITZA (Émile G.), Sous-directeur du laboratoire Arago à Banyuls, 92, boulevard Raspail, Paris, VI.
- 1904 RAMBAUD (Louis), Docteur en médecine, licencié ès sciences naturelles, 16, boulevard Sébastopol, Paris, IV.
- 1878 460 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).

- 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).
- 1910 REGNARD (Henry), Secrétaire général de l'Association des Ingénieurs, Architectes et Hygiénistes municipaux de France, Suisse, Belgique et Luxembourg, 3, rue Palatine, Paris, VI.
- 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), Privat docent à l'Université, Eichen-dorfstrasse, 53, Breslau, XVIII (Allemagne).
- 1873 REPÉLIN (J.), Docteur ès sciences, Chargé de Cours à l'Université (Faculté des Sciences), 86, rue Saint-Savournin, Marseille (Bouches-du-Rhône).
- 1881 RÉVIL (Joseph), Ancien pharmacien à Chaloup, par Cognin (Savoie).
- 1903 470 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 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 (Étienne-A.), 1712, North Nevada avenue, Colorado Springs (Colorado, États-Unis).
- 1905 ROBIN (Auguste), Correspondant du Muséum national d'Histoire naturelle, 105, rue Dareau, Paris, XIV.
- 1882* ROBINEAU (Théophile), Ancien avoué, 4, avenue Carnot, Paris, XVII.
- 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. (Rhône).

- 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.
- 1861* 480 ROTHWELL (R.-P.), Ingénieur, éditeur du Mining Journal, 253, Broadway [27, P. O., box 1833], New-York city (Etats-Unis).
- 1911 ROUSSANOF (Vladimir), Explorateur, 24, rue des Boulangers, Paris, V.
- 1885 ROUSSEL (Joseph), Professeur de l'Université en retraite, villa Mary-Per, chemin de Velours, Meaux (Seine-et-Marne).
- 1910 ROUX (Henri), Ingénieur civil des Mines à la Compagnie des phosphates de Gafsa, 8, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.
- 1875* ROUX (J.-L.), à l'Aiglou, Plan de Cuques (Bouches-du-Rhône).
- 1910 ROUX (Pierre), Ingénieur E. C. L., Le Pavillon, par Lusigny (Allier).
- 1898* ROUYER (Camille), Docteur en droit, Avoué, 49, rue Gloriette, 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* 490 SALLES, Inspecteur des Colonies, 23, rue Vaneau, Paris, VII.
- 1910 SALOPEK (Dr. Marian), Conservateur du Musée national de Géologie et de Paléontologie, 9, Rainerova, Agram (Croatie).
- 1903 SANDBERG (Dr. C.), Ingénieur-géologue, 8, Velperbinningel, Arnhem (Pays-Bas).
- 1904 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), villa Gyptis, rue d'Alembert (Alger).
- 1878 SAYN (Gustave), à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).
- 1901 SCHARDT (A. Hans), Professeur de Géologie à l'École polytechnique et à l'Université, 18, Voltastrasse, Zurich, V, Suisse.
- 1890 SCHMIDT (Dr. Carl), Professeur de Géologie à l'Université, 107, Hardstrasse, Bâle (Suisse).
- 1906 500 SCHÖENERS, 239 bis, rue Lafayette, Paris, X.
- 1910 SEGAUD (Émile), 46, rue Gay-Lussac, Paris, V.
- 1879 SEGRÉ (Claudio), Ingénieur en chef de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'Etat, Station de Transtevere, Rome (Italie).
- 1906 SEIDLITZ (W. von), Dr. ès sciences, Assistant à l'Institut géognosto-paléontologique de l'Université, Ruprechtsau, Parkstrasse, 9, Strasbourg (Alsace-Lorraine).
- 1894 SENA (Joachim C. Costa), Directeur de l'École des Mines, 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).
- 1899 SIMON (Auguste), Ingénieur, Directeur des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).
- 1881 SIX (Achille), Professeur au Lycée, 29, rue de Brebières, Douai (Nord).
- 1902 SKINNER (Lieutenant-Colonel B. M.), 20, Merton Hall Road, Wimbledon (Grande Bretagne).
- 1893 SKOLPHOS (Th.), Conservateur du Musée minéralogique et paléontologique de l'Université, Athènes (Grèce).
- 1879 [P] 510 SOCIÉTÉ ANONYME DES HOUILLÈRES de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).
- 1884 SOCIÉTÉ D'ÉMULATION de Montbéliard (Doubs).
- 1878 SOCORRO (Marqués del), Professeur de Géologie à l'Université, 41, rua de Jacometrezo, Madrid (Espagne).
- 1899 SPIESS, Chef de Bataillon, Chef du Génie, Saint-Etienne (Loire).
- 1894 STEFANESCU (Sabha), Professeur de Paléontologie à la Faculté des Sciences, 2, boulevard Coltei, Bucarest (Roumanie).

- 1888 STEFANI (Carlo de), Instituto 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.), Professeur de Minéralogie à l'Université, 6, rue de la Roseraie, Gand (Belgique).
- 1911 520 STRIGEOFF (Ivan), Société des pétroles Teheleken-Daghestan, Grosny (Caucase, Russie).
- 1884 STUER (Alexandre), Comptoir français géologique et minéralogique, 4, rue de Castellane, Paris, VIII.
- 1896 STÜRTZ (B.), Comptoir minéralogique et paléontologique, 2, Reissstrasse, Bonn-sur-le-Rhin (Allemagne).
- 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, Directeur du Service de la Carte géologique de la France, 164, rue de Vaugirard, Paris, XV.
- 1893* THEVENIN (Armand), Assistant de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 15, rue Joseph-Bara, Paris, VI.
- 1904 THIÉRY (Paul), 37, rue Jeanne-d'Arc, Chaumont (Haute-Marne).
- 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, place Saint-Michel, Gaillac (Tarn).
- 1911 THOUVENIN, Architecte, 19, rue de la Chaîne, Rouen, (Seine-Inférieure).
- 1907 530 TORNQUIST (Dr. A.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, 3, Busoltstrasse, Königsberg (Prusse).
- 1900 TOURNOÛR (André), 7, rue Saint-Michel, Le Havre (Seine-Inférieure).
- 1905 VACHER (Antoine), Chargé de cours de Géographie à l'Institut de Géographie, 25, rue Gauthier-de-Chatillon, Lille (Nord).

- 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, 8, quai Henri IV, Paris, IV.
- 1879 VALLAT (Jules de), Ancien maire du VI^e arrondissement, 1, rue Madame, Paris, VI.
- 1876* VALLOT (Joseph), Directeur des Observatoires du Mont-Blanc, 5, rue François-Aune, Nice (Alpes-Maritimes).
- 1876* 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 Réille, Paris, XIV.
- 1870 VAN KEMPEN (Charles), 12, rue Saint-Bertin, Saint-Omer (Pas-de-Calais).
- 1898 540 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'Université (Faculté des Sciences), 9, rue Thénard, Paris, V.
- 1911 VERMOREL (Alphonse), Docteur en médecine, ancien interne des hôpitaux, 38, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.
- 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, Diputacion, 292, Barcelone (Espagne).
- 1891 VIDAL DE LA BLACHE (Paul), Membre de l'Institut, Professeur de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 6, rue de Seine, Paris, VI.
- 1911 VILLAIN (Paul), 54, rue Saint-Georges, Paris, IX.
- 1905 VILLARELLO (Juan D.), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5^a, del Ciprés, n^o 2728, Mexico (Mexique).

- 1901 550 VINCEY (Paul), Ingénieur-Agronome, Professeur départemental d'Agriculture de la Seine, 84, rue Charles-Lafitte, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- 1903 VINCHON (Arthur), Avocat, 78, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.
- 1882 VISCHNIAKOFF (Nicolas), 18, rue Gagarinsky, Moscou (Russie).
- 1911 VIVIEN (Léon), Vétérinaire à l'École supérieure de guerre, Licencié ès sciences naturelles, 5, rue Bellart, Paris, XV.
- 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 de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences) 5, rue Scheurer-Kestner, Poitiers (Vienne).
- 1911 WEHRLIN (Jacques), 14, rue Ernest-Cresson, Paris, XIV.
- 1907 560 WÓJCIK (Karimierz), Docteur ès sciences, Assistant de Géologie à l'Université, 6, rue Sainte-Anne, Cracovie (Autriche-Hongrie).
- 1874 WUHRER (Louis), Graveur, 4, rue de l'Abbé-de-l'Épée, Paris, V.
- 1905* ZEIL (Capitaine G.), de l'Infanterie coloniale, 23, allée de Gagny, le Raincy (Seine-et-Oise).
- 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 ZULOJIC (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.

<i>Ain.</i>	<i>Aveyron.</i>	<i>Corse.</i>
Béroud (abbé).	Chabanier.	Hollande.
Chanel.	<i>Belfort (Terr. de).</i>	<i>Côte-d'Or.</i>
<i>Aisne.</i>	Maitre.	Bréon.
Brouet.	Meyer.	Collot.
<i>Allier.</i>	<i>Bouches-du-Rhône.</i>	Epery (Dr).
Coquidé.	Bibl. mun. de Marseille.	Vialay.
Roux (Pierre).	Dalloni.	<i>Côtes-du-Nord.</i>
<i>Alpes (Basses-).</i>	Joleaud (L.).	Guilbert.
.....	Lonclas.	Vulpian.
<i>Alpes (Hautes-).</i>	Repelin.	<i>Creuse.</i>
Martin (D.).	Roux (J.-L.).	.....
<i>Alpes-Maritimes.</i>	Vasseur.	<i>Dordogne.</i>
Ambayrac.	<i>Calvados.</i>	Labat (Dr).
Guébbard (Dr).	Bigot.	<i>Doubs.</i>
Maury (E.).	Houel.	Bresson.
Poirault (Georges).	Lab. Géol. Fac. de Caen.	Fournier (E.).
Vallot.	<i>Cantal.</i>	Girardot.
<i>Ardeche.</i>	Boule.	Henry.
.....	Marty.	Mouret.
<i>Ardennes.</i>	<i>Charente.</i>	Soc. Emul. Montbéliard.
.....	Chauvet.	<i>Drôme.</i>
<i>Ariège.</i>	Rejaudry.	Sayn.
Azéma.	<i>Charente-Inférieure.</i>	<i>Eure.</i>
Croisiers de Lacvivier.	.....	Fleury.
<i>Aube.</i>	<i>Cher.</i>	<i>Eure-et-Loir.</i>
Lambert.	Duvergier de Hauranne.	Aubert (Frédéric).
<i>Aude.</i>	Grossouvre (A. de).	Bourgery.
.....	<i>Corrèze.</i>	<i>Finistère.</i>

<i>Gard.</i>	<i>Isère.</i>	<i>Manche.</i>
Bonnes (F.).	Allard.	.....
Carrière.	Bibl. univ. de Grenoble.	
C ^{ie} Mines Grand'Combe.	Cardaillac (J. de).	<i>Marne.</i>
Soc. Houill. Bessèges.	Dumolard.	Collet.
	Gignoux.	Dueil.
<i>Garonne (Haute-).</i>	Kilian.	Grenier.
Bibl. univ. de Toulouse.	Lory (P.).	
Caralp.	Poncin.	<i>Marne (Haute-).</i>
Doumerc.	Pussenot.	Daval.
Garrigou.	Reboul.	Thiéry.
Mengaud.		
	<i>Jura.</i>	
	Bourgeat (abbé).	<i>Mayenne.</i>
<i>Gers.</i>	Piroutet.	Couffon (Dr. O.).
.....		OEhlert.
	<i>Landes.</i>	
<i>Gironde.</i>	Lorrin.	<i>Meurthe-et-Moselle</i>
Boreau.		Éc. Eaux et Forêts
Fallot.	<i>Loir-et-Cher.</i>	Nancy.
Gardé.	Delamarre.	Godefroy.
Harlé.	Filliozat.	Grand'Eury.
Jacob (Charles).		Guillaume.
Lataste.	<i>Loire.</i>	Imbeaux.
	Mallet.	Joly.
	Voisin.	Nicklès.
		Nicou.
<i>Hérault</i>	<i>Loire (Haute-).</i>	Noël.
Albaille.	Dreyfus.	
Bibl. univ. Montpellier.		<i>Meuse.</i>
Delage.	<i>Loire-Inférieure.</i>	Évrard.
Gennevaux.	Bureau (Louis).	
Léonhardt.	Davy.	<i>Morbihan.</i>
Mauche.	Ferronnière.	.....
Miquel.	Gourdon.	<i>Nièvre.</i>
Mourgues.	Polo (Dr.).	Busquet.
Sabatier-Desarnauds.		<i>Nord.</i>
	<i>Loiret.</i>	
<i>Ille-et-Vilaine.</i>	.....
Bezier.	<i>Lot.</i>	
Kerforne.	.....
Groth.	<i>Lot-et-Garonne.</i>	
Seunes.	.....	Barrois.
Vacher.		Delépine (abbé).
	<i>Lozère.</i>	Dollé.
<i>Indre.</i>	Charreyre (abbé).	Douxami.
.....		Gosselet.
	<i>Maine-et-Loire.</i>	Moureau (abbé).
<i>Indre-et-Loire.</i>	Bizard.	Six.
Grossouvre (G. de).	Cheux.	<i>Oise.</i>
Lecointre.	Oudry.	Barret (abbé).
		Janet (Ch.).

<i>Orne.</i>		Lab. géol. Éc. Grignon.
.....	<i>Saône-et-Loire.</i>	Larger (D ^r).
<i>Pas-de-Calais.</i>	Bayle.	Péroux.
Dutertre.	Bonnardot.	Zeil.
Van Kempen.	Chaignon (de).	<i>Sèvres (Deux).</i>
Legay.	Coste.	Boone (abbé).
Lonquety.	Lissajous.	
Pontier (D ^r).	Rouyer.	<i>Somme.</i>
Rigaux.	Vaffier.	.....
Sauvage.		<i>Tarn.</i>
Simon.	<i>Sarthe.</i>	Thomas (D ^r Ph.).
	
<i>Puy-de-Dôme.</i>	<i>Savoie.</i>	<i>Tarn-et-Garonne.</i>
Aubert (Francis).	Curet.	.....
Bibl. univ. de Clermont.	Huot.	<i>Var.</i>
Charvilhat (D ^r).	Révil.	.....
Garde.		<i>Vaucluse</i>
Giraud (J.).	<i>Savoie (Haute-).</i>	Chatelet.
Glangeaud.	Bibliothèque d'Annecy.	Deydier.
	<i>Seine.</i>	Spieß.
<i>Pyrénées (Basses-).</i>	<i>Les membres résidant</i>	
Gramont (Comte de).	<i>dans le département</i>	
O'Gorman (Comte G.).	<i>de la Seine ne sont pas</i>	
	<i>mentionnés.</i>	
<i>Pyrénées (Hautes-).</i>		
.....	<i>Seine-Inférieure.</i>	
<i>Pyrénées-Orientales.</i>	Fortin.	<i>Vendée.</i>
Donnezan (D ^r A.).	Le Marchand.	Chartron.
Mengel.	Merle.	
	Thouvenin.	<i>Vienne.</i>
<i>Rhône.</i>	Tournouër.	Lebouteux.
Boyer.	<i>Seine-et-Marne.</i>	Welsch.
Coltron.	Decarry.	
Daresté de la Chavanne.	Lez.	<i>Vienne (Haute-).</i>
Depéret.	Morin.	Gorceix.
Doncieux.	Roussel.	
Gaillard.		<i>Vosges.</i>
Laurent (A.).	<i>Seine-et-Oise.</i>	.....
Offret.	Barthélemy.	<i>Yonne.</i>
Riaz (de).	Colas.	Regnault (E.).
Riche.	Courty.	
Roman.	Desprez de Gésincourt.	
Vermorel (Victor).	Embry.	
	Euchène.	
<i>Saône (Haute-).</i>		
Cardot.		
Petitclerc.		

Alsace-Lorraine.	Pourbaix. Stöber (F.). Van den Broek.	Portugal.
Bary (Em. de). Bibl. univ. Strasbourg. Frien (abbé). Holzapfel. Inst. g.-pal. Strasbourg. Seidlitz (von).	Bulgarie. Allahverdjiéw.	Choffat. Comm. Serv. géol. Lima (Wenceslau de). Oliveira (d') Machado e Costa. Pereira de Sousa.
Allemagne.	Espagne.	Roumanie.
Bamberg. Bibl. univ. Fribourg. B. Bibl. univ. Tubingen. Bornemann (L.-G.). Haas (H.). Institut géol. Munich. Kalkowsky (E.). Kœnen (von). Martin-Schmidt. Musée géol. Univ. Berlin. Oppenheim (P.). Renz. Steinmann. Steüer. Sturtz (B.). Tornquist.	Almera (chanoine). Bofill y Poch. Cortazar (de). Landerer. Maurice. Socorro (M ^{es} del). Vidal (L. M.).	Mircea. Mrázec. Munteanu-Murgoci. Popescu-Voitesli. Popovici-Hatzeg. Stefanescu (Sabba).
Autriche-Hongrie.	Finlande.	Russie.
Arthaber (von). Fritsch (Ant.). Kuzniar. Hørnes. Institut géol. Cracovie. Limanowski. Mus. nat. géol. d'Agram. Nopcsa. Pošta. Salopek. Wojcik. Zuber.	Ramsay (Wilhelm).	Androussow. Bogdanowitch. Derwies (M ^{lle} de). Karakasch (Nicolas). Ilovaïsky. Pavlow. Strigeoff. Vischniakoff.
Belgique.	Grèce.	Serbie.
B. Univ. cath. Louvain. Cornet. Dordolot (chanoine de). Habets. Lab. géol. Univ. Liège. Latinis (L.). Leriche. Mourlon.	Kténas. Négris (Ph.). Skouphos.	Petkowitch. Zujović.
	Italie.	Suisse.
	Capellini. Cocchi. Dal Piaz. Mattirolo. Portis. Rovereto. Sacco (Fed.). Sangiorgi. Segré. Stefani (de).	Argand. Bibl. de l'Univ. de Bâle. Brunhes (J.). Duparc. Favre (Ern.). Fallot (Paul). Golliez. Joukowsky (E.). Lugeon. Mermier. Sarasin. Schardt (A. Hans). Schmidt (Carl). Stehlin. Zürcher.
	Pays-Bas.	
	Molengraaff. Sandberg.	

AFRIQUE

Algérie.

Brives.
C^{ie} des Minerais de fer
de Mokta-el-Hadid.
Doumergue.
Dussert.
Ficheur.
Flamand (G. B. M.).
Gautier (E.-F.).

Jacob (Henri).
Mérigeault.
Savornin.

Égypte.

Ball (John).
Couyat.
Pachundaki.

Madagascar.

Dropsy.

Sénégal.

Hubert.

Transvaal.

Jorissen.

Tunisie.

Bédé.
Bursaux.

AMÉRIQUE

Brésil.

Sena (J.).

Rép. Dominicaine.

Moscoso (de).

États-Unis.

Branner (J. C.).
Carnegie Museum.

Dale (N.).
Darton.
Eastmann.
Goldman.
Haldeman.
Harris (G. D.).
Libbey.
Lyman.
Ritter.
Rothwell.

Mexique.

Aguilar y Santillan.
Aguilera.
Burckhardt.
Florès.
Ordoñez.
Villarello.

Pérou.

Bravo.
Lissón.

ASIE

Cambodge.

Monod.

**Indes
néerlandaises.**

Brouwer.

Tonkin.

Counillon.
Deprat.
Lantenais.
Mansuy.

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS EN 1914

MM.

Boutillier (Louis).
Calderon (Salvador).
Detroyat (Armand).
Dumas (Auguste).
* Fabre (Georges).

MM.

* Fairman (Edw. St. John).
Fournier (Dr. A.).
Jullien (colonel).
* Michel-Lévy (Aug.).

MM.

* Mieg (Ch. Math.).
Oehlert (M^{me} P.).
Paquier (Victor).
* Stefanescu (Gregoriu).
Toucas (colonel).

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 (*voir p. VIII*).

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 1914.

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 1913.

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 géologiques. 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 1915.

PRIX GAUDRY

Ce prix 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.

PRIX GOSSELET

Le prix fondé en 1910 par M. Gosselet est destiné à récompenser des travaux de *Géologie appliquée*. Il est quinquennal et consiste en une médaille d'argent et une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital offert par M. Gosselet.

Ce prix sera distribué en 1916.

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.

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

La situation budgétaire de la Société qui s'était améliorée en 1907 et 1908, a continué à s'améliorer en 1909 pour de nouveau devenir médiocre en 1910 et en 1911. Ces fluctuations sont évidemment dues aux perturbations considérables qui se sont produites dans l'impression des publications à la suite du changement d'imprimeur, et qui ont occasionné des difficultés multiples dans l'administration intérieure de la Société.

Recettes.

Les Revenus des fonds placés ont atteint leur total normal par suite du réemploi régulier des sommes provenant des remboursements.

La rentrée des cotisations devient de plus en plus difficile, surtout pour l'étranger, pour lequel il n'existe pas de moyen pratique de recouvrement ; il en résulte qu'à la fin de 1911, il reste encore un grand nombre de cotisations arriérées recouvrables. Le nombre des membres nouveaux est en augmentation, compensé malheureusement par des pertes plus nombreuses.

Une augmentation sensible des recettes dues à la vente des publications est causée par la publication des mémoires de Paléontologie en 1911, et par suite, par la rentrée de l'allocation ministérielle ; mais néanmoins, le manque de souscripteurs aux mémoires se fait de plus en plus sentir.

Les recettes de 1909 se sont trouvées augmentées de la somme de 679 francs, don du Trésorier de la Société, M. Carez.

Dépenses.

Les frais généraux qui étaient en 1907 de 10 910 francs, en 1908 de 11 524 francs, restent stationnaires avec 9 973, 10 521, 10 841 francs.

Tableau récapitulatif des Comptes de 1909, 1910 et 1911.

RECETTES	PRÉVISIONS 1909	1909	PRÉVISIONS 1910	1910	PRÉVISIONS 1911	1911	DÉPENSES	PRÉVISIONS 1909	1909	PRÉVISIONS 1910	1910	PRÉVISIONS 1911	1911
1° Ordinaires							1° Frais généraux						
Revenus nets.....	4600	4418,39	4350	4783 »	4700	4730,2	Retraite de l'agent.....	800 »	800 »	800	800 »	800	800 »
Cotisations arriérées.....	400	1324,60	500	119,90	500	475,9	Traitement du secrétaire-gérant.	3000 »	3000 »	3000	3000 »	3000	3000 »
Cotisations courantes.....	12600	11862,15	12500	11573,30	12000	10589,6	Loyer, assurances, contribu- tions.....	4695,90	4695,90	4700	4693,40	4700	4680,25
Droits d'entrée.....	400	400 »	400	400 »	400	480	Eclairage.....	70 »	61 »	70	106,95	70	88,60
Divers.....							Mobilier.....	50 »	8,80	50	»	400	94,55
							Bibliothèque.....	700 »	171,35	800	842,05	800	751,75
							Frais de bureau et de publicité.	500 »	594 »	400	392,25	400	508,40
							Ports divers.....	500 »	562 »	500	618,05	500	585,75
							Divers (étrennes, etc.).....	100 »	80 »	100	69 »	100	332,50
	18000	18005,14	17950	16876,20	17600	16275,7							
2° Ventes de publications							2° Frais des publications						
Bulletins, tables, etc.....	2500	1967,50	2300	1822,60	2000	2037,3	Réunions extraordinaires.....	1000 »	797,60	1000	256,60	1000	1110,40
Mémoires de Géologie.....	200	55,95	50	34 »	100	37,5	Bulletins.....	7255 »	6158,25	6535	9738,20	7105	6065,40
Mémoires de Paléontologie.....	2500	300,70	2200	661,30	3000	2522,7	Compte Rendu Sommaire.....	900 »	1115,35	900	1186 »	1000	1288,80
Souscription ministérielle.....	675	675 »	675	675 »	675	1350	Ports du Bulletin et du C. R. S.	800 »	287,65	800	899,25	800	493,95
							Mémoires de Paléontologie.....	3500 »	3418,55	3500	4242,60	3000	2604,80
							Mémoires de Géologie.....						504,25
	5875	2999,15	5225	2517,90	5775	5947,5							
3° Recettes extraordinaires							3° Dépenses extraordinaires						
Don de M. Carez.....		679 »					Contribution au monument Peron.....		100 »				
Remboursement du compte Prix au compte courant.....				102,25		100	Obsèques de M. Léon Janet....		115,65				
							Contribution au compte Prix..		102,25				
TOTAL DES RECETTES.....	23875	21683,29	23175	19496,35	23375	22323,3							
Frais généraux à retrancher...		9973,05		10521,70		10841,8		11777,40		16322,65			12067,60
Dotation des Publications.....		11710,24		8974,65		11481,4							
Au commencement } excédent de l'exercice. } manque		+541 »		+155,94		-7192,0							
Disponibilités.....		12251,24		9130,59		4289,3							
Report des dépenses de publi- cations.....		12095,30		16322,65		12067,6		317,90					
A la fin de } exc. des recettes. l'exercice } exc. des dépenses		+155,94		-7192,06		-7778,3	DÉPENSES TOTALES AUTRES QUE LES FRAIS GÉNÉRAUX.....		12095,30		16322,65		12067,60

MOUVEMENTS DU COMPTE CAPITAL EN :

1909		1910		1911	
3 cotisations à vie	2000 »	Solde des emprunts du		Solde des emprunts du Com-	
Legs Peron	1500 »	Compte courant au 31		pte courant au 31 décembre	
Vente et remboursement des		décembre 1909	2356,71	1910	2415,81
titres	70801,31	Remboursement de titres.	3429,50	Remboursement de titres....	489,92
TOTAL	74301,31	TOTAL	5786,21	TOTAL	2905,73
Achat de titres	71944,60	Achat de titres	3370,40	Achat de titres	415,15
Emprunt du Compte courant		Emprunt du Compte cour-		Emprunt du Compte courant	
au Compte capital au 31		rant au Compte capital		au Compte capital au 31	
décembre 1909	2356,71	au 31 décembre 1910...	2415,81	décembre 1911	2490,58

FONDS SPÉCIAUX :

ATTRIBUTIONS EN :	FONDS de secours BAROTTE	PRIX VIQUESNEL (m. argent)	PRIX FONTANNES (m. or)	PRIX PRESTWICH (m. argent)	PRIX GAUDRY (m. d'or)	PRIX DANTON 1 seule fois	PRIX GOSSELET (m. argent)	FONDS FONTANNES (missions)
1909	502,80		1300 »	985 »		4235 »		2300 »
1910	502,40	666 »						1000 »
1911	513,30		1041,70		1953,10		528 »	931,30
1912	516,12	578,62		885,57	1345,62			1539,26

Par contre, les frais de publications continuent à influencer les résultats généraux par leurs fluctuations. Descendus à 10 490 en 1908, ils sont remontés à 11 777 en 1909, à 16 322 en 1910, à 12 067 en 1911.

En réalité, les frais sont à peu près égaux pour chaque volume annuel mais les retards dans la publication des réunions extraordinaires et des mémoires ont accumulé une partie des dépenses sur l'année 1910. De plus une dépense de 500 francs est imputable aux mémoires de Géologie dont un volume a paru en 1911. Cette somme de 500 francs n'est qu'une très minime contribution de la Société à cette publication dont les frais considérables ont été offerts par l'auteur, M. le général de Lamothe.

On peut donc dire que les dépenses de nos publications dépassent toujours d'environ 2 500 francs par an les prévisions.

Il est à souhaiter que l'acquisition de nouveaux membres et de nouveaux souscripteurs vienne contrebalancer cet excédent de dépenses qui montre néanmoins la vitalité de la Société.

Compte capital et Situation générale.

L'inventaire du portefeuille de la Société donnait au cours du 30 novembre 1912 un capital de **135 951** francs.

Le tableau annexé au présent rapport montre que le compte capital n'a pas varié de 1909 à 1912. Les cotisations à vie et un legs de feu M. Peron ont été régulièrement capitalisés.

Malgré l'excédent des dépenses, le compte courant n'a pas eu à emprunter au compte capital pour faire face aux dépenses, mais il faut remarquer que cette situation heureuse résulte des retards apportés aux publications qui, en ajournant le règlement des budgets de 1909, 1910 et 1911, a retardé aussi les échéances et permis de solder les dépenses d'une année par l'emploi d'une partie des recettes de l'année suivante (5 388 fr. 63).

Ainsi que le faisait prévoir le précédent rapport de la Commission de comptabilité, l'excédent de 1907 et 1908 était illusoire et les retards de nos publications ont fait retomber inévitablement sur 1910 les dépenses ajournées. Si, à un moment donné, ces avances prises sur les exercices suivants arrivaient à en dépasser les recettes courantes, il faudrait nécessairement recourir à un nouvel emprunt au compte capital.

Compte des Fonds spéciaux.

Le Conseil de votre Société, sur l'avis du Trésorier, M. Carez, a nettement séparé ce compte de ceux de la Société. Ses revenus à la fin de 1911 se montaient à la somme de 2819 francs. Un tableau ci-annexé, indique les sommes distribuées, dans les conditions que vous connaissez, en 1909, 1910, 1911 et 1912.

Les comptes dont les résultats sont présentés à votre approbation sont parfaitement réguliers et la Commission vous propose de les adopter en vous demandant de voter des remerciements à M. Carez, trésorier en 1910 et à M. Cossmann, trésorier en 1911.

A. DOLLOT.

Sur la proposition du Président, l'Assemblée approuve les comptes du Trésorier. Des remerciements sont votés aux Trésoriers de 1910 et 1911, MM. Carez et Cossmann, et au rapporteur M. Dollot.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LES NAPPES DE CHARRIAGE DE L'EMBRUNAIS ET DE L'UBAYE ET LEURS FACIÈS CARACTÉRISTIQUES

PAR **Émile Haug**¹

La région dont il sera question dans les pages suivantes correspond à un segment des Alpes occidentales compris entre Freyssinières (Hautes-Alpes) au Nord et Colmars (Basses-Alpes) au Sud. Elle confine, à l'Ouest, au Gapençais, pays où les terrains secondaires affectent le *faciès dauphinois*, c'est-à-dire bathyal, et, à l'Est, au Briançonnais, où ces mêmes terrains présentent principalement des faciès néritiques que l'on est convenu d'appeler *faciès briançonnais*. Elle a déjà fait l'objet d'un certain nombre de publications, dues les unes à la collaboration de M. W. Kilian et de l'auteur de la présente note, ou signées seulement de l'un de nous. Nous avons montré depuis longtemps que, dans l'Embrunais et dans l'Ubaye, sur une largeur de plus de 40 km., des terrains affectant le faciès briançonnais sont charriés horizontalement, avec le *Flysch* nummulitique qui les enveloppe, sur une série autochtone à faciès dauphinois. La superposition des deux séries hétéropiques est particulièrement nette dans la vallée de la Durance, aux environs d'Embrun, et sur le pourtour de la *fenêtre* de Barcelonnette, dans la vallée de l'Ubaye.

Les terrains charriés diffèrent cependant par bien des particularités de ceux de la zone du Briançonnais, qui s'enracinent à l'Est sous la zone des Schistes Lustrés et se sont déposés sur le géanticlinal axial de la chaîne des Alpes; d'autre part, ils se rapprochent par certains caractères de ceux de la série autochtone, formés dans un géosynclinal; de sorte que l'on est en droit de se demander s'ils ne constituent pas une suite de passages insensibles entre les deux types, dauphinois et briançonnais. C'est la question que je me propose de résoudre dans les pages suivantes, en suivant les méthodes qui m'ont permis, dans une série de publications antérieures et notamment dans mon *Traité de Géologie* et dans plusieurs notes insérées aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, d'esquisser dans leurs grandes lignes, les caractères stratigraphiques de chacune des nappes dont l'empilement constitue, comme on sait, l'édifice alpin.

1. Note présentée à la séance du 19 février 1912.

APERÇU TECTONIQUE. — Il est nécessaire, au préalable, d'indiquer sommairement de quels éléments tectoniques principaux se compose la région charriée de l'Embrunais et de l'Ubaye. Après avoir admis d'abord, dans les notes publiées en collaboration avec M. Kilian, l'existence d'une nappe unique, puis celle de deux nappes superposées, je crois pouvoir affirmer maintenant qu'il y a lieu de distinguer, au-dessus des terrains autochtones, cinq nappes ou grands anticlinaux couchés se succédant de l'Ouest à l'Est, partiellement superposés sur une même verticale. Ces éléments tectoniques sont les suivants :

I. NAPPE INFÉRIEURE. — Après avoir envisagé cette nappe comme un lambeau de poussée arraché au substratum et entraîné par les nappes dans leur avancée vers le S.W., je la considère aujourd'hui comme une nappe indépendante, car j'ai pu suivre son bord frontal actuel depuis le pied sud du Morgon jusqu'aux abords du Mercantour, en passant par le Lauzet, Champanastays, le Laverq, les Trois-Évêchés, Valdemars, Colmars, le lac d'Allos, le col de la Cayole et le col de Restefond, et je n'ai constaté nulle part de flanc inverse au contact des terrains charriés et des terrains autochtones. Ceux-ci reparaissent dans la fenêtre de Barcelonnette, où ils supportent, notamment aux Thuiles et à Uvernet, des chapeaux de Flysch calcaire charrié, sur lesquels j'ai déjà plusieurs fois insisté. Sur le bord est de la fenêtre, on ne retrouve aucune trace de cette nappe. Dans l'Embrunais, elle est réduite à quelques lambeaux conservés en face de Savines ; plus à l'Est, elle semble complètement étirée sous les nappes suivantes.

II. ANTICLINAL COUCHÉ DU LAN ET DES SÉOLANES. — Je désigne sous cette dénomination un grand pli couché qui apparaît, avec sa charnière frontale conservée, à la base de l'empilement de plis du Caire et du Morgon et qui se continue vers le S.W. sous la forme de lambeaux de recouvrement jouant un rôle topographique extrêmement important : Séolanes, Lan, Mourre Haut, Jas doou Chamous, Empeloutier. Nous en avons fait connaître la véritable nature, M. Kilian et moi, dès 1892. Ils reposent partout, d'une manière très évidente, sur le Flysch de la nappe inférieure, mais des doutes subsistaient encore, jusqu'à cette année, sur leurs relations avec les nappes supérieures. J'ai pu m'assurer récemment qu'ils appartiennent bien à un anticlinal couché unique, à flanc inverse généralement étiré, sauf aux Séolanes, et que le flanc normal de cet anticlinal s'enfonce, en plusieurs endroits,

sous la nappe n° III. C'est ce que l'on observe très nettement au sol qui conduit du vallon de Granges-Communes dans celui de Clapouse, près Jausiers, en passant entre le Gerbier (Empeloutier de la Carte de l'État-Major) et l'Empeloutier (Gerbier de la Carte) : le Jurassique supérieur et le calcaire à grandes Nummulites de l'Empeloutier plongent sous le Flysch charrié de la nappe n° III. Au Lan, on voit de même le Jurassique supérieur, le Néocomien et le Nummulitique s'enfoncer vers l'Est sous le Trias du Queyroun (sommet 2506 de la carte), qui appartient à la nappe n° III. Enfin, à Revel, le même pli, après avoir subi dans la vallée de l'Ubaye un abaissement d'axe considérable, se relève et supporte une large bande de Flysch, qui passe un peu au Nord du sommet du Caire et qui est en continuité avec la grande masse de Flysch de l'arête formant partage entre les eaux de la Durance et celle de l'Ubaye. Le flanc inverse de ce bel anticlinal est complètement étiré et le *flanc normal lui-même se termine en biseau*, au sol de Famouras, *sous le Flysch charrié de la nappe n° III*. Plus à l'Est, on n'observe plus, sous ce Flysch et sur les « terres noires » du Jurassique moyen, que des lambeaux très étirés de gypses triasiques et de calcaires du Jurassique supérieur.

Sur le versant de la Durance, par contre, ce pli reparait avec son épaisseur normale et sa présence se traduit par un escarpement de Trias et de Lias, que l'on suit d'une manière presque continue depuis le bois de Morgon jusqu'à Saint-Sauveur-d'Embrun, en contournant les vallons de Boscodon et des Orres. J'y ai signalé en 1904 l'existence d'une charnière anticlinale au-dessus des Tazans, dans les calcaires triasiques du Bois des Crottes.

Sur la rive droite de la Durance, le Jurassique autochtone est séparé du Flysch charrié par des lambeaux déchiquetés de Trias, dont l'attribution à l'anticlinal couché du Lan et des Séolanes est assez problématique.

III. FLYSCH CHARRIÉ DE L'EMBRUNAIS ET PLI COUCHÉ DE REMISINE, DE JAUSIERS ET DE RÉALLON. — Je ne reviendrai pas ici sur la ligne sinueuse qui, dans l'Embrunais et sur la rive droite de l'Ubaye, correspond à l'intersection, avec la surface topographique, de la surface de charriage qui sépare le Jurassique autochtone du Flysch. Je l'ai décrite antérieurement avec suffisamment de détails. J'insisterai seulement sur un anticlinal couché qui fait apparaître, au milieu du Flysch, un peu au-dessus de cette ligne, une bande de terrains secondaires discontinue. La charnière est visible en divers points et les terrains secondaires sont alors en partie enveloppés par le Nummulitique. Nous

en avons conclu, M. Kilian et moi, qu'aucune nappe ne peut émaner de ce pli.

Sur la rive gauche de l'Ubaye une charnière semblable peut être observée au-dessus d'Enchastrayes, dans les rochers de Remisine, constitués par les calcaires du Trias moyen. Elle est tournée vers le N.W. Sur la rive droite, par contre, la charnière de l'anticlinal de Jausiers est tournée vers le Sud. Il y a là une preuve évidente de l'existence d'un rebroussement de l'axe du pli, qui se manifeste également dans le soubassement autochtone. M. Kilian et moi avons pu suivre cet anticlinal depuis Jausiers jusque dans le haut du torrent de Rioclar, je n'en connais aucune trace sur le versant de l'Embrunais. Il reparait toutefois sur la rive droite de la Durance et se traduit par des pointements de Jurassique supérieur au milieu du Flysch, sur les flancs du mont Guillaume, ainsi qu'aux Touisses, aux Méans et à Gournier, près Réallon. Il est probable que les lambeaux jurassiques de la Martinas, en face Gournier, qui sont enveloppés dans le Flysch calcaire, appartiennent au même pli.

IV. CICATRICE DE SAINT-CLÉMENT ET PLIS COUCHÉS DU MORGON. — J'ai déjà fait connaître, dans une publication antérieure, l'accident qui fait apparaître, à Saint-Clément, sur les deux rives de la Durance, outre le Flysch calcaire auversien, des calcaires à grandes Nummulites et des lambeaux de calcaires triasiques intercalés sur la rive gauche du torrent de Couleau, dans le Flysch priabonien. Il est probable que cette cicatrice est l'indication du passage d'une nappe, dont les lambeaux de recouvrement du col des Terres Blanches et du Roc Blanc sont des témoins. C'est aussi, sans doute, à cette même nappe qu'appartiennent les lambeaux triasiques du Joug de l'Aigle et de l'Escoureous, qui sont posés sur une crête de Flysch de la nappe III, et les plis supérieurs du Morgon et du Caire, qui reposent soit sur l'autochtone, soit sur le Flysch charrié de la nappe III, tandis que le pli de Revel passait *sous* ce même Flysch. Des lambeaux très réduits de la même nappe s'observent au-dessus de Saint-Apollinaire.

V. BORD EXTERNE DU BRIANÇONNAIS ET ANTICLINAL COUCHÉ DE CHABRIÈRES. — Au-dessus de la cicatrice de Saint-Clément, le Flysch forme une bande synclinale d'une largeur de 2 km. seulement, dont la partie axiale est constituée par du grès d'Annot. Immédiatement au-dessous du flanc renversé viennent les premiers plis du Briançonnais, qui, sur la rive droite de la Durance, s'enfoncent sous le Flysch, tandis que, sur la rive gauche, ils

sont renversés sur ce terrain et se résolvent en partie en plis-failles inverses, que M. Kilian a fait connaître. Plusieurs de ces plis couchés à flanc inverse étiré ont l'importance de vraies nappes et il est difficile de dire jusqu'où vers le S.E. ils s'étendaient par-dessus le Flysch de l'Embrunais. Des analogies de faciès me portent à croire que l'anticlinal couché de Chabrières et de la Pusterle n'est autre chose que la tête d'un de ces plis encore partiellement engagée dans le Flysch. On est probablement en présence d'un pli plongeant comparable à ceux qui sont si développés dans la région de Guillestre, où M. Kilian et moi en avons reconnu l'existence en 1899.

En résumé, les masses charriées de l'Embrunais et de l'Ubaye se composent de cinq éléments anticlinaux, dont chacun s'enfonce sous celui qui lui fait suite à l'Est. C'étaient sans doute primitivement des plis isoclinaux régulièrement déversés vers l'Ouest. L'exagération des poussées a déterminé dans la plupart des cas, mais à l'exception de l'anticlinal III, la suppression par laminage des flancs inverses et souvent un étirement complet du pli lui-même, dont la partie frontale se trouve alors entièrement séparée de la racine.

VARIATIONS DE FACIÈS. — Chacun de ces cinq éléments tectoniques est caractérisé par des faciès spéciaux des terrains secondaires et nummulitiques, qui indiquent des changements graduels des conditions de sédimentation au passage de la zone bathyale dauphinoise à la zone néritique du Briançonnais. Nous allons étudier ces modifications latérales, en passant en revue, dans l'ordre chronologique, les termes successifs qui prennent part à la constitution des masses charriées.

Le PERMIEN n'est connu jusqu'ici que dans l'anticlinal III de Jausiers, où il se présente avec des caractères identiques à ceux qu'il affecte dans le Briançonnais. On sait qu'il fait entièrement défaut dans la série autochtone dauphinoise, où l'on rencontre en revanche le Houiller, qui semble manquer dans les masses charriées de l'Embrunais et de l'Ubaye (I-IV).

Le TRIAS de la nappe inférieure (I) et de l'anticlinal des Séolanes et du Lan (II) ne diffère pas sensiblement du Trias autochtone, en particulier de celui des environs du Lan et de Remollon, dans le Gapençais, et de Turriers, dans les Basses-Alpes. On y distingue un terme inférieur, constitué par des quartzites, un terme moyen calcaire et un terme supérieur, formé principalement de gypse et de cargneules, à l'exclusion des

schistes et argilolithes rouges et verts, qui commencent à apparaître dans l'anticlinal III, avec un faible développement, il est vrai. Dans les plis couchés du Morgon (IV), par contre, ils atteignent une grande épaisseur et peuvent être envisagés comme le terme le plus caractéristique de cet élément tectonique. On les connaît cependant aussi à Barles et à Digne, ainsi que dans l'anticlinal autochtone de Terres-Plaines, près Jausiers. Ils manquent, par contre, totalement dans la zone du Briançonnais (V) et dans les nappes qui en émanent. Ils sont accompagnés d'une manière constante, aussi bien dans les nappes que dans l'autochtone, par du Rhétien à *Avicula contorta*, identique à celui de Digne, qui est classique.

Le Lias n'affleure pas dans la nappe inférieure (I). Par contre, dans le grand pli couché des Séolanes et du Lan (II), il est représenté par une masse épaisse de calcaires à silex avec Gryphées, fossilifères au Lan, à la Grande Séolane et surtout au col de Famouras, où M. Kilian a recueilli dans les éboulis d'assez nombreuses espèces.

Le Lias de l'anticlinal de Jausiers diffère peu de celui de l'anticlinal des Séolanes et du Lan. Par contre, celui qui prend part à la constitution des plis couchés du Morgon possède les plus étroites affinités avec celui des environs de Digne et avec celui de l'anticlinal autochtone des Terres-Plaines. Dans les trois cas on peut distinguer les termes suivants :

- 1° Calcaires à *Gryphæa arcuata*, *Pentacrinus tuberculatus*, rares Céphalopodes (*l^a*);
- 2° Calcaires en gros bancs à nodules de silex (*l^{aa}*);
- 3° Marnes grises à *Amaltheus margaritatus*, d'épaisseur très variable (*l^{ab}*);
- 4° Calcaires spathiques ferrugineux à *Semipeecten æquivalvis* (*l^{ac}*);
- 5° Marnes noires, renfermant, à Digne et à Terres-Plaines. *Lucina murviensis* et de petits Gastéropodes (*l^d*).

Les calcaires à *Gryphæa arcuata* se retrouvent, comme on sait, à Saint-Apollinaire, où ils forment d'immenses blocs éboulés, descendus d'un sommet, aujourd'hui découronné de la nappe (IV) qui le coiffait.

Dans les plis du bord externe de la zone du Briançonnais (V), le Lias est déjà à l'état de brèche du Télégraphe.

Les termes moyens du système Jurassique semblent jusqu'ici faire totalement défaut dans les masses charriées de l'Embrunais et de l'Ûbaye. Ils prennent un grand développement dans la série autochtone du type dauphinois. J'en ai découvert une

fenêtre près de Saint-Clément, dans le torrent de Couleau, à moins de 4 km. du bord externe du Briançonnais, et j'en ai conclu que le passage du faciès dauphinois au faciès briançonnais devait s'opérer en profondeur sous les nappes entamées par la vallée du Guil, à une distance probablement assez considérable de la fenêtre de Couleau.

Pour la partie supérieure du système Jurassique, que pour la commodité du langage nous attribuerons entièrement au TITHONIQUE, le passage des deux faciès s'effectue d'une manière beaucoup plus insensible.

Dans les derniers lambeaux autochtones (Bouchier, près Allos, Fours, Rochette, près Gap), ainsi que dans le lambeau de Saint-Vincent, arraché de son substratum, le Tithonique affecte encore très nettement le faciès vaseux, mais il est peu fossilifère.

Dans la nappe inférieure (I), il est représenté par des calcaires à Globigérines, à pâte fine et cassure esquilleuse, comme à Champanastays, près le Lauzet, en face des Thuiles et à Uvernet. Sur la rive droite de la Durance, ce faciès se retrouve aux Estaris, près Orcières, non loin du bord occidental de la région charriée. Par contre, les pointements jurassiques que j'ai observés, sous le Flysch charrié, en amont d'Ancele, sont constitués par des calcaires gris, compacts, en gros bancs dépourvus de fossiles.

L'anticlinal de Revel et les lambeaux de recouvrement des Séolanes, du Lan, de l'Empeloutier, du Jas doou Chamous et du Mourre-Haut (II) sont caractérisés par un faciès coralligène du Tithonique, comparable aux calcaires d'Inwald, du Plassen, de Wimmis, du bois de Mounier, etc. M. Kilian a publié à plusieurs reprises des listes des fossiles recueillis par lui en divers points. L'épaisseur de ces calcaires zoogènes est considérable et la blancheur de leurs escarpements permet de les reconnaître à distance.

Dans l'anticlinal de Jausiers (III), on retrouve encore le même faciès à Coste Loupet, au pied du col des Orres, à l'Opillon et dans le haut de Rioclar. Dans l'anticlinal de Réallon (III), les calcaires gris compacts se rapprochent davantage de ceux d'Ancele.

Dans les plis supérieurs du Morgon (IV), nous retrouvons les calcaires à pâte fine et cassure esquilleuse de la nappe inférieure. W. Kilian y a trouvé, au col des Olettes, des Bélemnites et des *Aptychus*.

Dans le Briançonnais et dans la nappe de Chabrières (V), nous voyons apparaître le faciès très particulier du *calcaire de Guil-*

lestre, déjà décrit par Charles Lory, qui y a trouvé des fossiles tithoniques. C'est un marbre constitué par des nodules amygdalaires roses, disposés en lits réguliers et reliés par un ciment ferrugineux rouge, brun ou vert. Il n'est pas sans analogie avec le marbre griotte dévonien des Pyrénées et de la Montagne Noire. On y rencontre assez fréquemment des Ammonites, des *Aptychus*, des *Duvalia*, presque toujours spécifiquement indéterminables.

Dans les lambeaux de recouvrement de la Pusterle et de Chabrières, ces bancs alternent avec des calcaires gris ; dans les plis du Briançonnais, notamment aux environs de Guillestre, on les rencontre à l'exclusion de tout autre faciès, ou bien associés à des calcaires gris clair à pâte fine et cassure esquilleuse. L'analogie de faciès est cependant telle entre le Jurassique supérieur des lambeaux de recouvrement de la région de Chorges et celui des plis couchés et des nappes du Briançonnais qu'il n'est pas permis de douter que tous deux appartiennent à une même zone isopique.

On peut conclure dès lors que la racine de la nappe à laquelle appartiennent les lambeaux de recouvrement de la Pusterle et de Chabrières se trouve dans l'un ou l'autre des plis couchés à flanc inverse étiré qui constituent, sur la rive droite de la Durance, les montagnes de Réotier, de Champcella et de Freisinières. En tous cas, aucun des anticlinaux plus externes ne peut être envisagé comme la racine de cette nappe, car les faciès du Tithonique diffèrent beaucoup des calcaires de Guillestre, et ce faciès si particulier est à peu près inconnu dans les autres masses charriées, si l'on fait abstraction de quelques accidents bréchoïdes que l'on peut observer, à Revel et à la Grande Séolane, dans le Tithonique coralligène de la nappe II.

Dans toutes les nappes on peut observer la superposition directe du Nummulitique au Jurassique supérieur. Cependant, au Lan (II), le Jurassique coralligène supporte un petit lambeau de NÉOCOMIEN, qui occupe le sommet 2687 de la Carte de l'État-Major. C'est un calcaire peu épais, dans lequel nous avons recueilli en 1889, M. Kilian et moi, *Aptychus Didayi*, *Rhynchoteuthis* sp., et des Bélemnites indéterminables.

Les conglomérats de base, par lesquels débute le NUMMULITIQUE dans la série autochtone du Champsaur, de Faudon, des environs de Seyne et de la vallée du Verdon, font presque totalement défaut dans la série charriée. Je ne les connais que dans le Laverq, en face Saint-Barthélemy, dans la nappe I. En revanche, dans les nappes suivantes, le Nummulitique débute par des couches

lutétiennes à *Nummulites millecaput*, *aturicus* et *Brongniarti*, qui manquent dans la série autochtone. Dans la nappe I, ce sont des calcaires bréchoïdes, bien représentés à Champanastays, près le Lauzet, au col de Talon et au lac d'Allos. Dans la nappe II, ce sont, par contre, des grès calcaires souvent décalcifiés, qui forment de gros bancs brun-chocolat et qui atteignent jusqu'à 30 m. d'épaisseur. Ils sont bien découpés à Champcontier, près le Lauzet, aux Blaches, près Revel, à Méolans, à la Grande Sélolane et dans les lambeaux de recouvrement de l'Empeloutier, du Jas doou Chamous et de Mourre-Haut. Dans l'anticlinal couché de Jausiers (III), on retrouve des couches analogues dans le grand cirque qui forme le bassin de réception du riu Bourdoux et de ses affluents, mais leur épaisseur est ici bien moindre. Elles ne semblent pas exister dans les plis couchés du Morgon (IV), et cependant M. Kilian et moi en avons découvert de gros blocs sur la petite route de Saint-Clément aux Clots, le long de la « cicatrice ». Ce sont d'ailleurs, sur la rive droite de la Durance, les seuls affleurements connus de couches lutétiennes. On n'en a jamais signalé la moindre trace dans la zone du Briançonnais, ce qui est encore un trait commun entre les lambeaux de la Pusterle et de Chabrières et les plis de Saint-Clément, Champcella, Freyssinières.

Le *Flysch calcaire*, qui avait été attribué par Goret soit au Bajocien soit au Sénonien, a été envisagé sur la feuille de Gap comme bartonien (e^1). J. Boussac lui assigne un âge un peu plus ancien et en fait de l'Auversien (e^2), sans doute avec raison, car les couches à grandes Nummulites et le Flysch calcaire sont souvent étroitement reliés et ne peuvent pas toujours être nettement séparés, notamment dans la nappe I, où des brèches à gros éléments prennent un grand développement dans le Flysch calcaire.

C'est à cette nappe qu'appartiennent les brèches du Vieux-Savines et celles des gorges du Bachelard, en amont d'Uvernet.

Dans les nappes II-V les brèches semblent avoir entièrement disparu dans le Flysch calcaire, mais cette formation conserve son aspect caractéristique de calcaire phylliteux, surtout lorsque le laminage a été intense. L'épaisseur est très variable et elle est particulièrement réduite dans la nappe II.

Le PRIABONIEN présente deux faciès assez différents, reliés cependant l'un à l'autre par des passages insensibles : le *Flysch noir* et le *Flysch à Helminthoïdes*, ainsi nommé d'après les empreintes mécaniques vermiformes que l'on observe souvent à la surface des bancs.

Dans la nappe I et en particulier aux environs du Martinet,

c'est-à-dire au débouché de la vallée du Laverq, le Flysch priabonien est à l'état de calcaires gris bleu, en gros bancs alternant avec des marnes, qui sont exploités pour la fabrication de chaux hydraulique. On y rencontre des Helminthoïdes. Vers l'Est et vers le Sud, ils passent graduellement, dans la même nappe, au Flysch noir, formation vaseuse d'une puissance énorme, qui dépasse certainement un millier de mètres. Les schistes noirs, qui prédominent, rappellent les « terres noires » du Jurassique moyen à faciès dauphinois. On y observe cependant des intercalations très fréquentes de calcaires noirs noduleux, en bancs traversés de veines spathiques, et des lits de grès brun-chocolat.

Ce faciès prend un développement remarquable dans le fond du Laverq, à Uvernet, au col de Valgelaye et dans le massif du mont Pelat. Nous le retrouvons avec des caractères identiques sur le bord externe de la nappe III, notamment au Joug de l'Aigle, sur la crête qui sépare l'Ubaye de l'Embrunais, et, sur la rive droite de la Durance, dans le massif de Chabrières, dans le vallon d'Ancele, ainsi qu'aux Estaris, au N.E. d'Orcières.

Dans cette même nappe de Flysch charrié (III), le Flysch noir fait place vers l'Est au Flysch à Helminthoïdes, formation non moins puissante, comprenant des schistes ardoisiers, des dalles calcaires sonores, des plaquettes gréseuses très micacées, des schistes rouges et verts. Ce faciès est surtout développé dans le vallon de Couleau, à Châteauroux et dans le massif du mont Guillaume, sur la rive droite de la Durance. Sur la rive gauche, il existe à Saint-André-d'Embrun, à Crévoux et dans le fond du vallon des Orres. Dans l'Ubaye, il forme, sur la rive droite, tout le massif du Parpaillon, entre le col des Orres et la Condamine.

Sur la rive gauche, il constitue le sommet de Cuguret et toute la crête qui sépare le vallon de l'Ubayette de celui d'Abriès, puis celle qui va de l'Hubac de Jausiers au Gerbier (feuille de Larche). Enfin, plus au Sud, le grand lambeau de recouvrement de Terres-Plaines et de Restefond, que j'ai décrit précédemment, est presque entièrement constitué par du Flysch à Helminthoïdes charrié sur les grès d'Annot autochtones ¹.

Au N.E. de la cicatrice de Saint-Clément, on retrouve dans la nappe IV le Flysch à Helminthoïdes. Il forme la crête de Fouran, affleure aux Clots et constitue, sur la rive gauche de la Durance, le sous-sol du Bois de Risoul. Il entre également dans

1. Sur la feuille de Saint-Martin-Vésubie, le Flysch à Helminthoïdes avait été envisagé comme un terme supérieur aux grès et les schistes rouges et verts avaient été attribués à l'Aquitainien.

la composition du massif imbriqué de Champcella, bord externe du Briançonnais (V).

Au delà de cette large zone de Flysch à Helminthoïdes on rencontre une nouvelle bande de Flysch noir. On retrouve, en effet, ce faciès, avec son énorme épaisseur et tous ses caractères lithologiques, à Eyglies, à Guillestre, au col de Vars, à Serenne, à Saint-Ours et dans la dépression qui sépare l'Aiguille de Chambeyron du Brec de Chambeyron. De là il passe en Italie, en même temps que le Flysch calcaire qui le supporte, comme nous avons pu nous en assurer, M. Kilian et moi, en 1902.

Si le Priabonien accuse, dans les régions charriées de l'Embrunais et de l'Ubaye, de fréquentes variations de faciès, il n'en est plus de même du TONGUEN, qui présente partout la plus grande uniformité de composition. Il est constitué par des grès siliceux en gros bancs réguliers alternant avec des lits schisteux. Il est connu sous le nom de *grès d'Annot*, emprunté à une localité de la région autochtone, où le faciès est identiquement le même. Nous sommes manifestement en présence d'un terme régressif, car on rencontre en divers points, et notamment au col Bas et au Lauzanier, intercalés dans les grès, des bancs de conglomérats, qui renferment des galets de granite empruntés aux massifs du Pelvoux et du Mercantour partiellement exondés.

DISCUSSION DES RÉSULTATS. — Où se trouvent les racines des nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye? Sont-elles situées sur le versant français, en avant de la zone du Briançonnais, ou bien doivent-elles être cherchées sur le versant italien, sur le bord interne de la chaîne, comme le voudraient certains géologues? Toutes les nappes ont-elles leurs racines dans la même zone des Alpes occidentales? Leur étude stratigraphique va nous permettre de répondre à ces diverses questions.

L'étude tectonique de l'Embrunais et de l'Ubaye nous fournit déjà à elle seule de fortes présomptions en faveur de l'enracinement sur le versant français. En effet, chacune des cinq nappes que nous avons distinguées s'enfonce manifestement au N. E. sous un complexe plus interne, comme feraient des lames régulièrement imbriquées. Cependant, tout en plongeant sous des nappes plus élevées, plusieurs de ces lames s'étirent vers le N. E. et se terminent en biseau sous la nappe suivante. C'est ce qui se produit pour les nappes I et II, qui possèdent une très grande épaisseur sur leur bord occidental, mais sont réduites, plus à l'Est, dans la fenêtre de Barcelonnette, à des lames discontinues et fortement écrasées de Flysch calcaire et de Trias, intercalées entre

le Jurassique autochtone et le Flysch charrié de la nappe III. A l'Est de Jausiers l'étirement de la nappe I est total. De même la nappe IV se trouve réduite, dans le vallon de Couleau et au Sud de Saint-Clément, à une simple cicatrice, le long de laquelle on n'observe que des lambeaux discontinus de Trias, de calcaire à grandes Nummulites et de Flysch calcaire. Mais il n'y a aucun doute que ces lambeaux s'enfoncent sous le Flysch qui supporte la nappe V. L'ensemble des nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye plonge donc sous les terrains qui constituent la zone du Briançonnais.

Dans ces conditions, nous sommes en droit de replacer par la pensée les cinq nappes dans leur position primitive, en les juxtaposant de l'Ouest à l'Est, dans l'ordre de leur succession verticale. Elles viennent ainsi s'intercaler entre la région autochtone à faciès dauphinois et la région dite axiale de la zone du Briançonnais. Si notre interprétation tectonique est exacte, leurs faciès doivent constituer une série de passages insensibles entre le faciès dauphinois et le faciès briançonnais, et c'est en réalité ce qui a lieu.

Le contraste est évidemment très frappant entre la série autochtone à faciès dauphinois et la série des terrains qui constituent actuellement le bord externe des nappes, surtout là où, comme dans l'Embrunais, la nappe III repose directement sur la série autochtone, mais les termes de passage ne font pas entièrement défaut. Ainsi, le Trias du Gapençais ne diffère guère de celui des nappes inférieures : le Tithonique charrié d'Ancelle et de Réallon est très semblable au Tithonique autochtone d'Ubaye et de Fours et l'on retrouve à Dourmilloux, dans les terrains en place du bord du massif du Pelvoux, des marbres amygdalaires roses presque identiques au calcaire de Guillestre. J'ai déjà insisté plus haut sur l'identité absolue de faciès qui existe entre la série Trias (schistes rouges et verts) — Rhétien — Lias du grand lambeau de recouvrement du Morgon et la série correspondante du pli autochtone de Terres-Plaines et des environs de Digne. Il est impossible, dans ces conditions, que la nappe du Morgon (IV) vienne de très loin. Pour ce qui est des terrains tertiaires — sans même parler des grès d'Annot, qui présentent des caractères remarquablement constants dans toute la région qui nous occupe —, on peut signaler encore de grandes ressemblances entre le Flysch calcaire auversien de la nappe I et les calcaires schisteux en grandes dalles du ravin du Pas de la Tour, à l'Ouest du Lauzet.

On observe de même des passages insensibles entre les faciès

caractéristiques d'une nappe et ceux de la nappe voisine. C'est ainsi que M. Kilian a signalé depuis longtemps la coexistence, à Revel, de marbres amygdalaires, analogues au calcaire de Guillestre, et des calcaires zoogènes si caractéristiques de la nappe II. Les passages d'un faciès à l'autre s'effectuent fréquemment dans l'étendue d'une même nappe, ce qui atténue le contraste entre les faciès de deux nappes successives. Il suffit de rappeler la substitution graduelle du Flysch à Helminthoïdes au Flysch noir que l'on constate en se dirigeant du bord sud-ouest de la nappe III vers son bord nord-est.

Aucun des faciès que l'on rencontre dans les cinq nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye ne peut être qualifié d'*exotique*, au sens absolu du terme, car il n'en est aucun qui ne se retrouve soit dans la zone delphino-provençale autochtone, soit dans la zone du Briançonnais. Aucun d'eux n'a son analogue sur le bord interne des Alpes occidentales. Il ne peut dès lors être question de chercher les racines des nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye sur le versant italien et la seule conclusion qui s'impose c'est que ces nappes se succédaient du Sud-Ouest au Nord-Est dans l'ordre de leur superposition actuelle et venaient s'intercaler entre la zone autochtone du Gapençais et la zone axiale du Briançonnais.

En considérant ce résultat comme acquis, on peut aisément reconstituer les conditions bathymétriques de la mer qui occupait le segment des Alpes compris entre les deux massifs cristallins du Pelvoux et du Mercantour.

A l'époque Mésonummulitique, un large bras de mer occupait la région et présentait son maximum de profondeur dans une zone comprise entre le Gapençais et le Briançonnais, zone qui peut être assimilée à un géosynclinal, en raison de l'énorme épaisseur de sédiments qui s'y déposait. Au Priabonien un géanticlinal médian, correspondant à des profondeurs moindres et caractérisé par la présence du Flysch à Helminthoïdes, divisait le géosynclinal en deux géosynclinaux secondaires, dans lesquels se déposait le Flysch noir. L'emplacement de ce géanticlinal correspondait à la partie nord-est de la nappe III et à la nappe IV.

Des conditions analogues régnaient à la fin de la période Jurassique. Le géosynclinal dauphinois à faciès vaseux, qui a été souvent décrit, était séparé de la zone profonde où se déposait le calcaire de Guillestre par un géanticlinal, qui se traduit par la présence de calcaires zoogènes dans les nappes II et III, c'est-à-dire un peu en avant du géanticlinal priabonien. Il est plus difficile d'expliquer la formation de marbres phylliteux à Globigé-

rines et *Aptychus* sur les deux bords de ce géanticlinal, dans les nappes I et IV.

Il est inutile de tenter la reconstitution des conditions bathymétriques aux époques Oolithique inférieure et moyenne, car nous ne connaissons aucune trace de dépôts de cet âge dans les nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye, bien qu'il existe, dans la fenêtre de Barcelonnette, une série bathyale continue, qui va du Bajocien à l'Argovien et qui appartient au soubassement autochtone des nappes, et bien que les « terres noires » apparaissent à Saint-Clément dans une petite fenêtre à quelques kilomètres seulement de la zone axiale du Briançonnais, où M. Kilian a signalé le Bathonien néritique à *Mytilus*.

Les conditions bathymétriques des mers liasiques et triasiques dans la région qui nous occupe ne sont guère mieux connues. Il n'est pas facile de se rendre compte des relations qui existaient primitivement entre les affleurements autochtones de la série Trias (schistes rouges et verts) — Rhétien — Lias définie plus haut et la nappe supérieure du Morgon, où l'on retrouve la même série.

Nous ne connaissons pas davantage les rapports de cette série avec le faciès briançonnais du Trias et du Lias (brèche du Télégraphe) et nous ne savons pas si l'absence du Lias dans la nappe inférieure de l'Ubaye est vraiment due à une exondation de la région correspondante pendant toute la période comprise entre le Trias et le Tithonique.

Les faciès caractéristiques des nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye sont loin d'être localisés dans le segment correspondant des Alpes occidentales. La plupart d'entre eux se retrouvent au Nord du massif du Pelvoux, dans la zone des Aiguilles d'Arves. Je rappellerai l'identité de la série Trias supérieur (schistes rouges et verts) — Rhétien — Lias au Pas du Roc, en Maurienne, et dans la nappe du Morgon, identité sur laquelle M. Kilian a insisté encore récemment. Je signalerai la présence, dans le massif du Galibier, de marbres rouges identiques au calcaire de Guillestre, que M. Kilian a découverts en 1894. Je mentionnerai enfin les affinités étroites que présente, d'après M. Boussac, le Nummulitique de la Maurienne avec celui de l'Ubaye. Il est incontestable que nous avons affaire, non seulement à une même zone tectonique, comme je l'indiquais dès 1896, mais encore à une même zone isopique.

Plus au Nord encore, les mêmes faciès se retrouvent en partie dans les lambeaux de recouvrement de Sulens et des Annes et dans les Préalpes Romandes. Ici aussi la série Trias supérieur — Rhétien — Lias se rencontre avec des caractères identiques

à ceux que nous avons appris à connaître dans l'Ubaye (nappe supérieure de Sulens et des Annes, nappe dite des Préalpes médianes, par exemple à Matringe). Le Tithonique coralligène de la « nappe supérieure des Préalpes » est identique à celui des nappes II et III de l'Ubaye. Cette même nappe supérieure est caractérisée par la présence de calcaires triasiques à *Diplopora* et par celle du Bathonien à *Mytilus*, qui existent également dans la zone axiale du Briançonnais.

Il paraît bien difficile, dans ces conditions, d'aller chercher les racines des lambeaux de recouvrement de Sulens et des Annes et celles de la nappe des Préalpes médianes sur le bord interne des Alpes occidentales, à l'Est et au Sud du grand anticlinal couché du Grand-Saint-Bernard, qui est la continuation directe de la zone axiale du Briançonnais.

BIBLIOGRAPHIE

1892. — KILIAN et HAUG. Communication sur la constitution géologique de la vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes). *C.R. Soc. de Stat. de l'Isère*, 14 nov.
1894. — E. HAUG et W. KILIAN. Les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye. *C.R. Ac. Sc.*, 31 déc.
1897. — Id. Notice géologique sur la vallée de Barcelonnette. *Soc. Bot. de France. Notices sur la Haute Vallée de l'Ubaye*. 8 p., 1 carte. Montpellier, in-8°.
1898. — W. KILIAN et E. HAUG. Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Ubaye. *C.R. Ac. Sc.* 14 fév.
1899. — Id. Sur le bord externe du Briançonnais entre Freyssinières et Vars. *Ibid.*, 7 août.
1903. — Émile HAUG. Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye. Conférence faite au IX^e Congrès géologique international. *Revue génér. des Sc.*, 30 déc., p. 1241-1249, 2 fig.
1909. — Id. Caractères stratigraphiques des nappes des Alpes françaises et suisses. *C.R. Ac. Sc.*, 17 mai.
1909. — Id. Sur les racines des nappes supérieures des Alpes occidentales. *Ibid.*, 24 mai.
1911. — Id. *Traité de Géologie*, t. II, *passim*.

Voir aussi: Comptes rendus des collaborateurs. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 1893-1909.

Carte géologique détaillée de la France, feuilles de Gap, Larche, Digne et Saint-Martin-Vésubie.

SUR LA GENÈSE ET LA CONSTITUTION
DES APPAREILS VOLCANIQUES DANS LA CHAÎNE DES PUY :
DÔMES PELÉENS ET VOLCANS A CRATÈRE

PAR **Ph. Glangeaud**¹.

On pensait jusqu'ici qu'il existait deux sortes de volcans dans la chaîne des Puy : 1^o *des volcans trachytiques (domitiques)*, plus anciens, qui s'étaient édifiés suivant un mode sur lequel on était réduit à des hypothèses ; 2^o *des volcans dits à cratère*, plus récents, ayant donné des projections et des laves exclusivement basiques.

M. A. Lacroix, que ses belles recherches sur la Montagne Pelée avaient particulièrement préparé à ce genre d'études, a montré récemment que le Puy de Dôme présentait deux modes superposés d'activité volcanique comme le volcan de la Guadeloupe : une *activité peléenne* qui avait édifié un *dôme*, analogue à celui de la Montagne Pelée, par extrusion de matière fondue avec brèche d'éroulement à sa base ; une *activité vulcanienne* qui s'était manifestée par la formation d'un cratère, paraissant situé au sommet du dôme, et avait fourni des projections variées recouvrant par places la brèche d'éroulement et le dôme.

Il existe dans la chaîne des Puy, trois volcans en forme de dôme, plus réguliers que le Puy de Dôme : ce sont le Clierzou, l'Aumône et le Sarcoui ou Chaudron.

Les deux premiers sont vraisemblablement et uniquement des dômes trachytiques peléens ; le troisième, qui a pu débiter par un dôme, semble avoir émis des coulées domitiques par débordement d'un cratère.

I. — En dehors de ces volcans principalement peléens, j'ai reconnu l'existence d'une quinzaine de volcans à *cratère trachytique (domitique)*, jusqu'ici considérés comme possédant des appareils de projections basiques. Ils sont comparables au magnifique volcan d'Astroni dans les Champs phlégréens.

Certains (Puy Pelat, Jumes, la Coquille, la Moréno, la Besace, le Grand Sault, le Petit Sault, etc.) ont leurs appareils éruptifs exclusivement ou presque exclusivement constitués par des

1. Note présentée à la séance du 18 mars 1912.

ponces trachytiques, de nombreuses bombes vulcaniennes trachytiques (obsidienniques, semi-vitreuses, en croûte de pain, etc.), des blocs de trachyte fortement fissurés à l'extérieur et d'autres anguleux, de taille plus considérable. A cet ensemble sont mélangés des débris abondants d'un basalte ancien à structure parfois ophitique, de multiples fragments du substratum, variables suivant les points (granite, granulite, gneiss à cordiérite, schistes pyroxéniques et amphiboliques, diorite, etc.).

D'autres volcans à cratère ont fonctionné d'abord comme *volcans à projections trachytiques*, puis comme *volcans à projections basiques* (andésitiques, labradoritiques, basaltiques). Tels sont les Puy des Grosmaneaux, de Louchadière, de Montchier, etc.

Le Puy des Gouttes qui entoure le Puy Chopine a donné *alternativement* des projections trachytiques et basaltiques. Il est fort possible qu'il existe d'autres puy analogues à ce dernier; mais les bois, le ruissellement et les éboulis empêchent fréquemment les observations.

Il est curieux de constater qu'aucun volcan à cratère trachytique, sauf peut-être le Sarcoui n'a émis de coulée trachytique. Ce fait tient sans doute à la nature du magma, à sa température, à la masse des gaz emprisonnés, etc.

Les volcans à cratère trachytique ont suivi de très près l'édification de volcans peléens et ont précédé généralement les volcans à appareils de projections basiques qui sont au nombre de plus de quarante (La Vache, Lassolas, Barme, Côme, Rodde, etc.).

Ces trois catégories d'édifices, contrairement à ce que l'on pensait, ne représentent que trois *phases* d'une même série d'éruptions volcaniques appartenant sensiblement à la *même époque* (Quaternaire moyen).

II. — Ainsi que je l'ai dit plus haut, il existe de nombreux blocs de basalte de taille variable, atteignant parfois un mètre cube au milieu des projections trachytiques.

L'origine de ce basalte *ancien*, peut être cherchée soit dans le démantèlement de coulées voisines ou de coulées situées sur l'emplacement de la chaîne des Puy; ou encore dans des filons basaltiques anciens (mio-pliocènes) réouverts au Quaternaire, et déblayés de leur contenu par les explosions.

De toutes façons, il paraît bien y avoir eu des éruptions basaltiques sur l'emplacement de la Chaîne des puy, *antérieurement* à l'édification de cette chaîne.

III. — J'ai observé de nouveaux *types pétrographiques* de laves dans la chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys. Les Puys des Gouttes et de Clermont ont donné des *basaltes semi-ophitiques*, se rapprochant des basaltes semi-deuil du massif du Mont-Dore. Les Puys de Banson, de Neuffonds et de la Vialle ont émis des *basaltes limburgitiques* passant à des *limburgites*, types qui existent aussi dans la Limagne, les Monts du Forez et sont par suite plus fréquents dans le Massif Central qu'on ne le pensait.

La série volcanique des Puys comprend donc toute la gamme éruptive comprise entre les *trachytes* (domite) à 67 % de silice et les *basaltes limburgitiques* à 41 % de silice (andésites, andésilabradorites, labradorites, labradorites-basaltes, basaltes feldspathiques).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA STRATIGRAPHIE DES PYRÉNÉES

PAR **J. Roussel**¹.

M. Léon Bertrand dans diverses notes, et principalement dans le mémoire « Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales »², a signalé sur le versant français des Pyrénées plusieurs nappes charriées du Sud vers le Nord. Dans le « Tableau stratigraphique des Pyrénées »³ j'ai moi-même décrit et figuré pour ces mêmes nappes, des mouvements de translation dirigés, au contraire, du Nord vers le Sud. Dans la présente note je vais examiner laquelle des deux hypothèses est justifiée par les faits.

HYPOTHÈSES DE M. LÉON BERTRAND.

Dans le mémoire précité (mémoire dont je m'occuperai uniquement ici), M. L. Bertrand admet, dans la région du massif du Saint-Barthélemy et les formations qui y font suite de part et d'autre, trois séries de couches⁴ (fig. 1) :

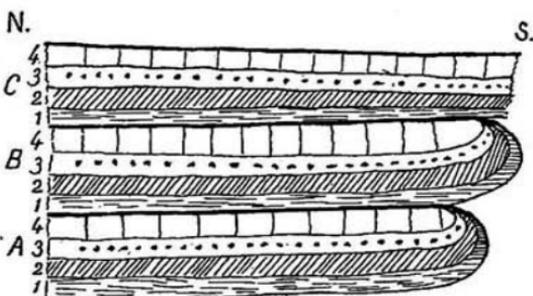


FIG. 1. — SCHEMA DE LA DISPOSITION DES COUCHES DANS LE MASSIF DU SAINT-BARTHELEMY, dressé par M. Roussel en s'aidant de l'exposé de M. Léon Bertrand (pp. 56-57).

Une série inférieure A se rattachant tectoniquement à la zone primaire centrale dont elle constitue la couverture stratigraphique régulière ;

1. Note présentée à la séance du 4 mars 1912.

2. LÉON BERTRAND. Contribution à l'Histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales. *B. Serv. Carte G. F.*, 1908, XVII, n° 118, 1903-1904.

3. J. ROUSSEL. Tableau stratigraphique des Pyrénées. *B. Serv. Carte G. F.*, XV, n° 97.

4. *Loc. cit.*, pp. 56 et 57.

Une série moyenne B résultant d'un repli de la couverture A, qui se termine vers le Nord par une charnière anticlinale plongeante très régulière et enfouie au milieu des schistes albiens ; mais qui se montre immédiatement au Sud de cette dernière sous la forme d'une nappe charriée dépourvue de flanc inverse et chevauchant sur les couches les plus élevées de la série inférieure et ayant entraîné à sa base des paquets discontinus de couches primaires ;

Une série supérieure C dont les relations tectoniques avec la série B sont les mêmes que celles qui existent entre la nappe B et la nappe A.

Nous verrons plus loin que M. L. Bertrand admet l'existence d'une quatrième nappe Z comprenant l'étage cénomaniens.

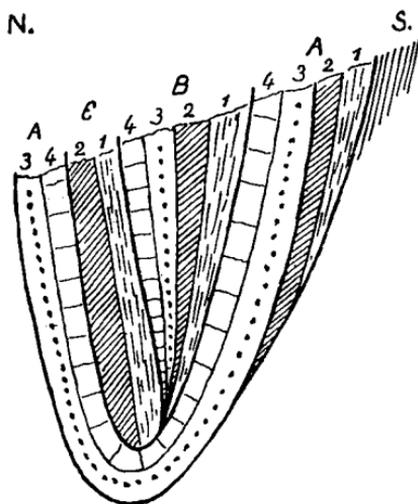


FIG. 2. — CAS PARTICULIER DE LA DISPOSITION DES COUCHES DANS LE MASSIF DE SAINT-BARTHÉLEMY. Figure dressée par M. Roussel en interprétant l'hypothèse de M. L. Bertrand.

Il s'agit donc d'un double pli-faïlle avec charriage vers le Nord. La nappe A doit être le plus souvent complète.

Dans la série B et la série C, la couche 1, ou bien les couches 1, 2, ou les couches 1, 2, 3 peuvent manquer, n'ayant pas été entraînées dans le glissement.

En outre, dans la nappe C, la couche 4, ou bien les couches 4 et 3 ou les couches 4, 3, 2 pourront manquer parce qu'elles auront été emportées par dénudation,

Les couches ainsi disposées sont ordinairement plus ou moins redressées en anticlinal ou en synclinal, etc.

Examinons un cas particulier dont nous aurons à nous occuper.

D'après M. L. Bertrand il peut se faire que la plupart des couches soient redressées et qu'au contact de 2 et de 1 de la

nappe C viennent se juxtaposer 4 et 3 de la nappe A redressées ainsi que le représente la figure 2.

Cela posé, passons à la discussion des faits.

LA NAPPE C DANS LE MASSIF DU SAINT-BARTHÉLÉMY N'EST PAS
UNE NAPPE DE CHARRIAGE

La nappe C de M. L. Bertrand est celle qui comprend les grands massifs gneissiques et primaires du Saint-Barthélemy, de l'Arize et de Bessède.

Ces grands massifs ont, du côté sud de même que du côté nord, une bande de terrains secondaires.

Étudions d'abord ces bandes dans le massif du Saint-Barthélemy.

De part et d'autre elles ont la même composition, savoir :

- Côté sud* : 1, Terrains primaires du massif central des Pyrénées.
2, Trias ou Infralias gypseux.
3, Lias, fossilifère à Verdun et au col de Carloung.
4, Dolomie du Jurassique.
5, Calcaire bréchoïde néocomien.
6, Calcaire à *Toucasia* aptien.
7, Marnes albiennes fossilifères.
- Côté nord* : 1, Primaire du massif du Saint-Barthélemy.
2, Trias avec marnes rouges, poudingues et gypse.
3, Lias fossilifère.
4, Dolomie jurassique.
5, Calcaire bréchoïde néocomien.
6, Calcaire à *Toucasia* aptien.
7, Marnes albiennes fossilifères.

Les formations 2, 3, 4, 5, 6, 7, aussi bien dans le flanc nord que dans le flanc sud du Saint-Barthélemy, correspondent à la nappe A de M. Léon Bertrand, et ce géologue suppose que celles de la bande sud se raccordent avec celles de la bande nord en passant sous le terrain archéen et sous le Primaire qui ne seraient point enracinés sur place. C'est ce qu'il figure dans la coupe 4, page 31 et dans les figures 2, 3 et 5 de la planche v du mémoire précité.

D'après ce que nous avons représenté ci-dessus (fig. 2), au Nord du massif ce seraient donc les couches les plus récentes 7, 6, 5, qui devraient être au contact des assises supérieures du Primaire. Mais c'est le contraire qu'on observe et M. Léon Bertrand lui-même le reconnaît expressément. « Des témoins de la nappe A, dit-il¹, se montrent à nouveau au-dessous du bord septentrional

1. *Loc. cit.*, p. 125.

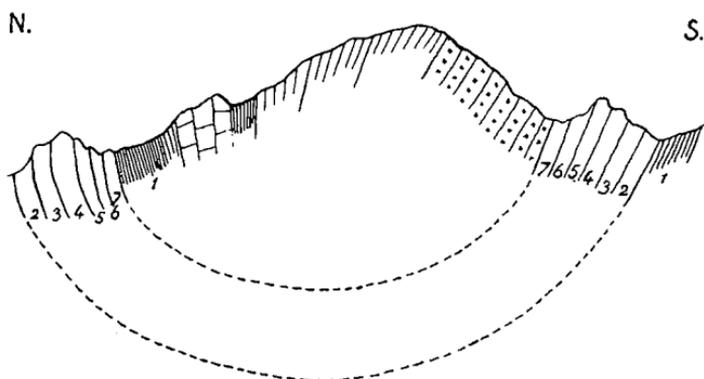


FIG. 3. — UNE INTERPRÉTATION DE LA COUPE DU SAINT-BARTHÉLEMY
1, Primaire ; 2, Trias et Infratrias ; 3, Lias ; 4, Jurassique ; 5, Néocomien ;
6, Aptien ; 7, Albien.

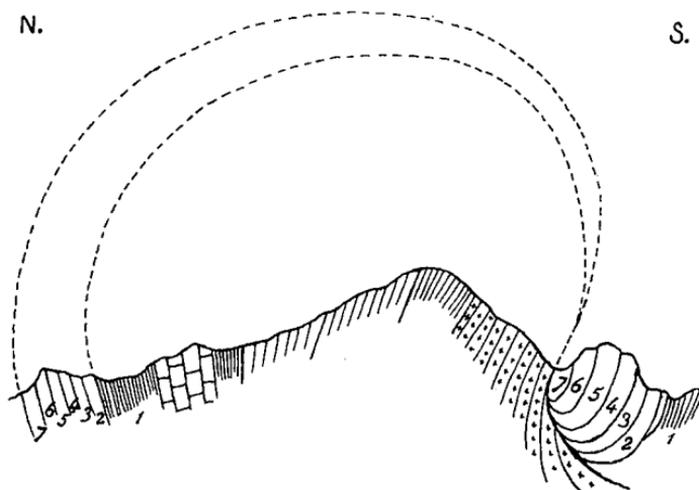


FIG. 4. — COUPE DU SAINT-BARTHÉLEMY, d'après M. Roussel.
1, Primaire ; 2, Trias et Infratrias ; 3, Lias ; 4, Jurassique ; 5, Néocomien ;
6, Aptien ; 7, Albien.

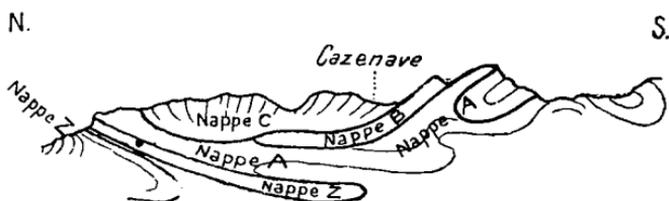


FIG. 5. — COUPE SCHÉMATISÉE DU MASSIF DU SAINT-BARTHÉLEMY
(*Loc. cit.*, coupe 3, pl. v).

Elle correspond au schéma de la figure 2. Elle représente sous la nappe charriée C la nappe B qu'on ne voit affleurer nulle part au Saint-Barthélemy. Les couches n'ont point, dans le flanc nord notamment, la pente et l'allure figurées dans la coupe.

de la nappe C du Saint-Barthélemy et l'on constate qu'en partant du Primaire de cette nappe pour arriver au grès sénonien de Celles on trouve plusieurs lames secondaires superposées et formées chacune de couches disposées en *ordre normal*, mais d'âge progressivement plus ancien à mesure qu'on se rapproche du Primaire » (*Loc. cit.*, planche v, fig. 3).

Tout cela est exact. Mais puisque dans le bord septentrional les couches sont disposées non pas comme le représentent la figure 2 et la figure 3, mais comme l'indique la figure 4 ci-dessus, le raccordement des deux bandes ne se fait pas par dessous mais par dessus et les terrains anciens du Saint-Barthélemy sont enracinés sur place et non charriés.

En outre, on peut suivre, ainsi que je l'ai fait à plusieurs reprises, le Secondaire du flanc nord du Saint-Barthélemy. On le voit se prolonger d'une façon continue sans accident autre qu'un point de transgressivité local (sur la rive droite du Lasset à Montségur, l'Albien se superpose à la dolomie du Jurassique). On le voit, dis-je, se prolonger de manière à contourner du côté de l'Est le massif primaire et cristallin du Saint-Barthélemy. Et là, toujours composé de ses couches fort bien caractérisées dans la vallée du Basqui (fig. 6), ayant même pente que le Primaire normalement disposé, développé plus qu'ailleurs et fossilifère, il va se *juxtaposer*, entre Caussou et le col de Marmare, à cette nappe A qui passerait sous les terrains anciens du Saint-Barthélemy. Et l'on arriverait à cette conclusion singulière et inadmissible que cette nappe A servirait à la fois de couverture et de substratum au massif C. On aurait ainsi une sorte d'*encerclément* de ce massif; car on voit, sans erreur possible, les terrains anciens plonger sous le Secondaire. Cet encerclément est inadmissible attendu que c'est la même formation qui se relèverait de façon à servir à la fois de matelas et de couverture à la nappe C: il faudrait que, dans la couverture, les étages fussent superposés de manière que les plus récents fussent au contact du Primaire charrié, tandis que c'est le contraire qu'on observe. Donc l'allure des couches est telle qu'on ne peut supposer que la nappe secondaire A passe sous le Primaire et sous le Cristallophyllien du massif du Saint-Barthélemy dont les formations sont enracinées sur place. Elle forme une simple couverture qui vient se juxtaposer à la partie de cette nappe A située au Sud du massif (fig. 6, 7, 8)¹.

1. Dans la coupe 8 j'ai figuré le raccordement pour montrer que les couches sont disposées comme si ce raccordement avait été effectif dans les temps passés: en réalité elles se sont formées dans des bras de mer différents et ne se sont jamais raccordées.

Lorsque la dénudation est suffisante on peut voir que les couches, dans le bassin de Tarascon, sont bien disposées ainsi



FIG. 6. — COUPE DU SECONDAIRE ET DU PRIMAIRE DANS LA VALLÉE DU BASQUI.
1, Primaire; 2, Trias et Infralias; 3, Lias; 4, Jurassique; 5, Néocomien;
6, Aptien; 7, Albien.

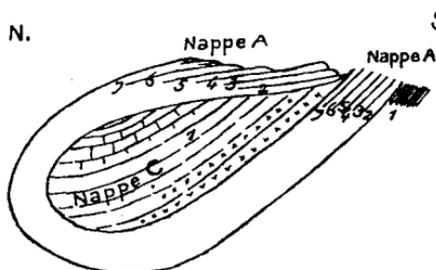


FIG. 7. — L'ENCERCLEMENT DES TERRAINS ANCIENS DANS LA PARTIE ORIENTALE DU MASSIF DU SAINT-BARTHÉLEMY, lorsqu'on suppose que les terrains anciens sont charriés.

1, Primaire; 2, Trias et Infralias;
3, Lias; 4, Jurassique; 5, Néocomien;
6, Aptien; 7, Albien.

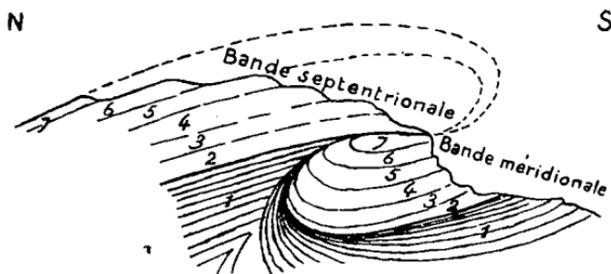


FIG. 8. — LE CONTACT DE LA BANDE SECONDAIRE NORD ET DE LA BANDE SECONDAIRE SUD DANS LE MASSIF DU SAINT-BARTHÉLEMY dans le cas d'un enracinement des couches sur place.

1, Primaire; 2, Trias et Infralias; 3, Lias; 4, Jurassique; 5, Néocomien;
6, Aptien; 7, Albien.

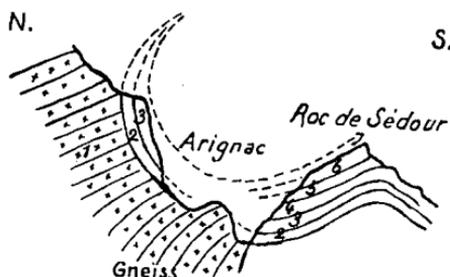


FIG. 9. — COUPE A ARIGNAC, SUR LE BORD DE L'ARIÈGE.

La dénudation a tout mis à nu jusqu'à l'augneiss qui sert de substratum à la bande secondaire méridionale. On retrouve cette bande avec une allure qui rappelle celle qui a été figurée dans les coupes 4 et 8.

1, Primaire; 2, Trias et Infralias;
3, Lias; 4, Jurassique; 5, Néocomien;
6, Aptien; 7, Albien.

que je l'ai représenté dans les figures 4 et 8. C'est ce que nous montre la figure 9 prise en reportant sur un même plan vertical

ce qu'on voit à Arignac où affleure le gneiss, qu'on ne peut supposer charrié.

Il semble que M. L. Bertrand, qui n'avait d'abord admis au Nord comme au Sud du Saint-Barthélemy qu'une bande unique de terrains secondaires, la bande A, se soit aperçu de la contradiction signalée plus haut, de sorte que dans la figure 6 de la planche v de son mémoire précité, il a représenté au Nord comme au Sud du massif deux bandes de terrains de même âge, juxtaposées et superposées l'une à l'autre, dont les couches pendraient au Sud de 20 à 30° environ. Mais la contradiction persiste ; car, dans la bande qui représente la série A au Nord du massif, l'ordre des étages devrait être inversé sur le terrain comme dans ses coupes tandis qu'il ne l'est pas. En outre, il dit qu'il existerait quelque part, dans la région de Montségur, « un contact anormal qui viendrait rejoindre celui qui passe au Sud du Saint-Barthélemy ». Mais, ajoute-t-il, « ce contact est difficile à suivre dans le massif calcaire de la forêt d'Embeyre et de celle du Basqui et il y aura certainement là de nouvelles études à faire dans ces terrains secondaires »¹. Or, ces études, je les ai faites il y a longtemps déjà, en campant dans cette partie du massif à plusieurs reprises et de façon à y passer trois à quatre semaines environ, et j'y ai même un jour conduit M. Léon Carez pour lui montrer les fossiles liasiques de la vallée du Basqui ; je puis donc affirmer ce qui suit.

Au Nord du massif du Saint-Barthélemy, il n'existe nulle part deux bandes de terrains secondaires de même âge juxtaposées et superposées ; *mais une seule dont les étages sont normalement disposés, c'est-à-dire de manière que le plus ancien soit au contact du Primaire*. Partout, au Nord du massif, les couches sont *verticales* et viennent à la suite du Carbonifère ou du Dévonien. A Montségur, le calcaire aptien du Château se remplit de *Toucasia*, le Trias contient du gypse, et sur la rive droite du Lasset, en un point, l'Albien de Fougax vient se superposer transgressivement à la dolomie du Jurassique. Au delà de Montségur et du Lasset, sans faille, sans contact anormal d'aucune sorte, les couches des terrains secondaires, de même que celles du Primaire, prennent la direction du Sud pour contourner, du côté de l'Est, le massif du Saint-Barthélemy, s'inclinent peu à peu de manière à pendre à l'Est de 30 à 45°, traversent en ondulant les vallées du Basqui et de l'Ourza et vont se juxtaposer dans les environs des cols de Fajou et de Marmare à la bande méridionale de terrains

1. *Loc. cit.*, p. 125.

secondaires, et en ce point, mais là seulement, existe un contact anormal (fig. 8). On observe que dans l'espace qui sépare Montségur du col de Marmarc, les couches, tout en gardant leur direction N.-S., sont fortement régressives les unes à la suite des autres de l'Ouest à l'Est et ondulent fortement pour engendrer ces grands plis qui se détachent du massif du Saint-Barthélemy et se prolongent en éventail jusqu'à la Méditerranée. De plus, les couches deviennent marmoréennes lorsqu'elles arrivent dans la zone de cristallinité¹. Mais c'est dans cette zone même qu'elles sont le plus fossilifères et le mieux caractérisées. Enfin, fait capital pour la thèse que je soutiens ici, à l'Est de Montségur, de l'Affrau, du Basqui, de l'Ourza sur une longueur qu'on met un jour à parcourir, *on voit* (fig. 6) *les divers étages de cette bande plonger en tranches énormes et d'une façon tellement manifeste qu'il est impossible de ne pas l'apercevoir lorsqu'on passe par là*, sous cet Albien de Fougax, sous ces calcaires aptiens pétris de *Toucasia* de la longue chaîne appelée par d'Archiac chaîne de Saint-Antoine de Galamus et commençant à l'Affrau même, sous ces marnes albiennes du plateau d'Espézels, se prolongeant sans interruption jusqu'à la magnifique vallée de Caudiès et de Saint-Paul. On ne peut admettre et M. L. Bertrand, du reste, ne l'a pas fait, que ces marnes albiennes de Fougax, que ces calcaires aptiens de la chaîne de Saint-Antoine, que ces marnes albiennes du plateau d'Espézels et de la vallée de Saint-Paul fassent partie elles aussi de la nappe charriée C; elles font partie de la nappe A de M. L. Bertrand. Et comme il n'y a qu'une seule bande de terrains secondaires à l'Est comme au Nord du massif du Saint-Barthélemy (le fait est certain, sans aucune erreur possible); et comme les terrains primaires plongent d'une façon manifeste sous les assises de cette bande et que les formations de celles-ci plongent elles-mêmes d'une manière aussi visible sous les couches de la nappe A, la nappe charriée C, qui devrait être superposée non seulement à la série A, mais encore à la série B, n'existe point, et le massif de terrains primaires et de terrains secondaires du Saint-Barthélemy est en place.

J'ai dit plus haut qu'on n'apercevait nulle part la bande secondaire B représentée par M. L. Bertrand au Sud du massif du Saint-Barthélemy². On y voit en effet la série A affleurer et onduler à

1. Voir : *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 369.

2. Dans la coupe 6 de la page 35 du mémoire de M. L. Bertrand, il fait affleurer aussi cette nappe B dans le versant nord du massif où elle formerait la seconde bande de terrains secondaires qu'il représente là; mais dans les profils 2, 3, 4 de la planche v, la nappe B reste là enfouie sous le massif et il attribue cette seconde bande à la nappe C, de sorte que la coupe 6 et les profils 2, 3, 4 sont contradictoires.

Tarascon où M. L. Bertrand l'a figurée. Mais, contrairement à ce qu'il suppose, cette série secondaire A ne disparaît point dans les profondeurs du sol à l'Est des Cabanes. Ce sont les couches A uniquement qui ondulent dans le bassin de Tarascon en plis imbriqués ; ce sont elles aussi qui ondulent à Arnave, à Arignac et à Saurat ; ce sont elles encore qu'on peut suivre pas à pas à l'Est des Cabanes, en passant par Verdun, Lordat, etc., jusqu'au col de Marmare. *On ne voit nulle part une série A plongeant sous une autre série identique B.* Donc l'hypothèse de M. L. Bertrand est encore ici en contradiction avec les faits.

MASSIF DE L'ARIZE ET DES TROIS SEIGNEURS.

L'Archéen et le Primaire du massif du Saint-Barthélemy se prolongent à l'Ouest de l'Ariège par le massif des Trois Seigneurs et un massif plus important situé au Nord du premier, massif que M. L. Bertrand propose de nommer massif de l'Arize et que j'avais appelé avec les anciens géologues, massif du Prat d'Albis.

Le massif de l'Arize est entouré par deux bandes de Secondaire composées et disposées comme celles du massif du Saint-Barthélemy.

Le Primaire plonge nettement sous le Trias et le Jurassique du flanc nord¹. Malgré cela, M. L. Bertrand fait passer les formations secondaires de la bande sud sous l'Archéen et le Primaire pour les faire raccorder avec celles de la bande nord. S'il en était ainsi, on devrait retrouver dans le flanc septentrional les couches secondaires les plus récentes au contact du Primaire : c'est le contraire qu'on observe, ainsi que le représente la figure 10 ci-dessous et que l'a reconnu du reste M. L. Bertrand. Donc le Secondaire ne passe pas par dessous et le raccordement se fait par dessus.

C'est ce qu'on voit d'ailleurs lorsqu'on suit le Secondaire septentrional : à l'Ouest du Salat on observe qu'il contourne le Primaire et l'Archéen qui plongent dessous entre Eichel et Lacourt, et le phénomène est aussi visible là qu'à la vallée du Basqui. Au delà de Lacourt le Secondaire passe d'abord entre Sengouagnech et Alos, puis par le bois de Castillech, et, en surplombant toujours l'Archéen qu'il recouvre, il va rejoindre celui de la bande sud entre Saint-Sernin et le confluent de l'Arac avec le Salat. Si le Secondaire de la bande sud passait sous les terrains

1. M. L. Bertrand figure encore ici, au Nord du massif, une double bande de Trias ; mais cette double bande n'existe nulle part : on n'en observe qu'une. Et je crois inutile d'insister plus longuement sur ce fait.

anciens pour se raccorder avec celui de la bande nord, ainsi que le suppose M. L. Bertrand, on aurait là, pour le massif de l'Arize, un encerclement semblable à celui que j'ai figuré pour le massif du Saint-Barthélemy et tout aussi inadmissible, parce que les couches de la partie supérieure du cercle sont normalement disposées, les plus anciennes au contact du Primaire ou de l'Archéen et non les plus récentes comme il conviendrait, dans l'hypothèse d'un charriage, si l'encerclement était réel.

Donc, dans le flanc nord et aux deux extrémités du grand massif qui commence à l'Est du pic Saint-Barthélemy et se prolonge

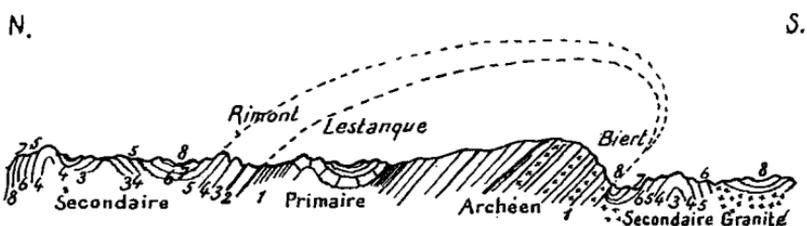


FIG. 10. — Ce qu'on voit sous le méridien de Bierl et de Rimont dans le massif de l'Arize : le Secondaire de la bande nord se superpose normalement au Primaire de Lestanque. Le Secondaire de la bande sud est superposé au granite et arrive au contact du gneiss sans passer sous celui-ci et sous le Primaire ainsi que le montre le rang occupé dans le flanc nord par les étages 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Le Cénomaniens 8 est situé partout au-dessus de l'Albien 7.

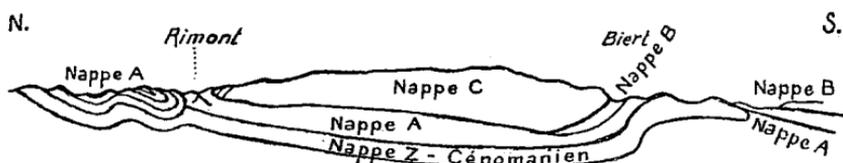


FIG. 11. — Ce que M. Léon Bertrand a vu sous le méridien de Bierl (Loc. cit., fig. 8, pl. v, fig. schématisée).

On n'y observe pas sur la nappe A la nappe B qu'il représente; les couches n'ont ni l'allure ni la pente supposées.

FIG. 10 et 11. — COUPES DU MASSIF DE L'ARIZE.

1, Primaire; 2, Trias et Infralias; 3, Lias; 4, Jurassique; 5, Néocomien; 6, Aptien; 7, Albien; 8, Cénomaniens.

jusqu'au Salat, on voit le Primaire et l'Archéen plonger sous le Secondaire qui les enserre ainsi de trois côtés, en se superposant à ces deux terrains de manière que les couches les plus anciennes viennent à la suite des primaires. Les deux extrémités de cette bande se raccordent avec celles d'une bande de Secondaire située au Sud du massif de sorte qu'il existe autour du Primaire et de l'Archéen une ceinture presque ininterrompue de terrains secondaires. La bande secondaire méridionale devait être primitivement disposée en une sorte de synclinal imbriqué dont le flanc

nord était situé à une certaine distance du Secondaire de la bande du flanc nord du massif; mais à la suite d'un glissement survenu du Nord vers le Sud, les formations imbriquées de la bande méridionale ont été incluses dans le gneiss ainsi que le représentent les figures 4, 8, 9, 10. Et dans cette bande sud on ne retrouve donc aujourd'hui qu'une sorte d'écaille de Secondaire plus ou moins plissée par endroits et partiellement incluse çà et là dans l'Archéen, ce qui a pu faire supposer qu'elle se raccordait avec la bande secondaire du flanc nord en passant sous le massif ancien. Mais nous venons de voir que les formations secondaires du flanc nord forment partout une vraie couverture au terrain primaire et que la superposition des couches dans cette couverture est telle que le raccordement de ces couches avec celles de la bande sud ne peut se faire que par dessus le massif et non par dessous, de sorte que celui-ci est enraciné sur place.

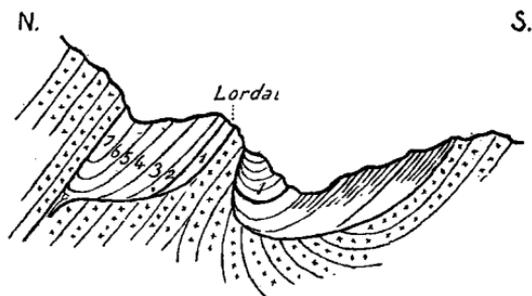


FIG. 12. — COUPE A LORDAT.

1, Primaire ; 2, Trias et Infralias ; 3, Lias ; 4, Jurassique ; 5, Néocomien ; 6, Aptien ; 7, Albien.

Il me reste à montrer que le glissement dont je viens de parler est un phénomène réel qu'on peut vérifier dans le massif même que nous étudions.

A Lordat, sur la route de Bestiac, on observe que sur une certaine étendue le gneiss du substratum a glissé suffisamment pour affleurer en soulevant les couches du Carbonifère entre lesquelles il s'est introduit. Au Nord de cet affleurement on aperçoit les diverses formations de la bande secondaire méridionale recouvertes par le gneiss du Saint-Barthélemy. Cette bande se trouve ainsi pincée entre deux bandes de gneiss (fig. 12). C'est là un glissement manifeste qui s'est produit du Nord vers le Sud et semblable, à l'amplitude près, au grand glissement qui, sur une longueur de vingt à trente kilomètres, a inclus le Primaire de Mérens dans le gneiss du massif central des Pyrénées.

LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU BASSIN DE TARASCON ET DU BASSIN DE MASSAT.

Dans le bassin de Tarascon et dans celui de Massataffleure le Crétacé supérieur. Or, M. L. Bertrand suppose que cette formation passe sous le Secondaire et par suite sous le Primaire et l'Archéen du massif de l'Arize, sous les Petites Pyrénées, et va se raccorder avec le Crétacé supérieur qui sert de substratum à l'Eocène de la bordure nord de la chaîne. Nous venons de voir que les formations du massif de l'Arize sont enracinées sur place : le Crétacé supérieur ne passe donc pas au-dessous. Du reste, à Saurat, dans le bassin de Tarascon, il est manifeste que ce Cré-

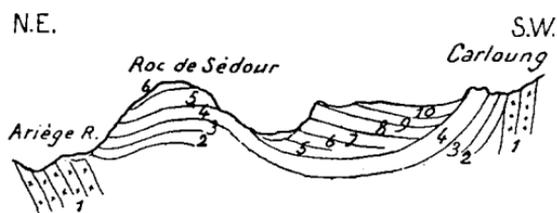


FIG. 13. — COUPES AUX ENVIRONS DE SAURAT, d'après M. Roussel.

Dans le bassin de Saurat, comme substratum, les terrains secondaires ont le gneiss. Le Crétacé supérieur 8, 9 et 10 est, sans aucun doute possible,

superposé au Crétacé inférieur et au Jurassique, 2, 3, 4, 5, 6, 7.



FIG. 14. — COUPE AUX ENVIRONS DE SAURAT, d'après M. L. Bertrand (*loc. cit.*, pl. v, fig. 6).

A la partie supérieure il place le gneiss, au-dessous le Crétacé inférieur et le Jurassique et à la base comme substratum le Crétacé supérieur correspondant à la nappe Z.

tacé est superposé au Secondaire inférieur et celui-ci au gneiss : c'est ce que représente la figure 13.

Dans le bassin de Massat le Crétacé supérieur a presque partout pour substratum le granite ou le Primaire. Il est disposé en un synclinal dont le bord nord est seul superposé au Crétacé inférieur qu'il recouvre souvent transgressivement ainsi que le Jurassique : on le trouve alors superposé à l'Archéen du massif de l'Arize. M. L. Bertrand dit qu'à Rogalle on le voit plonger sous le gneiss : moi je n'ai aperçu que des calcschistes, des granites et des ophites formant un mélange difficile à délimiter dans une région très cultivée où les affleurements sont confus. Mais, au Nord de Rogalle, on trouve des collines incultes où la stratification est beaucoup plus nette ; ce sont celles qui dominent le Salat du côté de la rive gauche. Là, en partant des points com-

pris entre Saint-Sernin et le confluent de l'Arac avec le Salat, et en se dirigeant vers l'Ouest, on retrouve partout le Crétacé supérieur au contact du Crétacé inférieur et du Jurassique fossilifères, et superposé, de même que ceux-ci, aux terrains anciens qu'il surplombe. Il se prolonge vers l'Ouest en passant par le bois de Castillech, par Alos, et gagne la vallée du Lez. On le retrouve au delà et il se prolonge, par Lambeaux, jusqu'à Arbas et même plus loin. Nulle part je ne l'ai vu plonger sous l'Infracrétacé, le Jurassique ou les terrains plus anciens.

Le massif des Trois Seigneurs est en place. — A Capoulet une bande de terrain secondaire se détache de celle de Tarascon et se prolonge vers l'Ouest en passant par Vicdessos, Aulus et Seix. M. L. Bertrand figure le calcaire de cette bande en place dans le grand massif des Trois Seigneurs. Mais ce que je ne comprends pas, c'est que ce calcaire, de même que ce grand massif ancien, fassent partie de la nappe de charriage B du bassin de Tarascon sous laquelle se prolongeraient et la nappe de terrains secondaires A et la nappe de Crétacé supérieur Z. Nulle part on n'aperçoit ce substratum A et Z sous l'Archéen des Trois Seigneurs ; nulle part on ne le voit affleurer au bord sud du massif où il devrait se superposer au Primaire du massif central. Puisque ce substratum n'affleure nulle part, pourquoi l'imaginer et le faire raccorder avec la nappe A du bassin de Tarascon et de Massat ?

RÉGION COMPRISE A L'EST DU MASSIF DU SAINT-BARTHÉLEMY

Ce qu'on y trouve. Nous avons vu (fig. 6) que les terrains anciens du Saint-Barthélemy plongent sous les terrains secondaires venus de la bande nord du massif. Or, en même temps que ces terrains secondaires s'avancent vers le Sud, ils se disposent en des plis qui se prolongent jusqu'à la Méditerranée qu'ils bordent jusqu'au delà de Narbonne.

D'autre part, les terrains de la bande secondaire du Sud du massif du Saint-Barthélemy se prolongent, de leur côté, jusqu'à la Méditerranée.

Et nous savons (fig. 8) que les formations de ces deux bandes finissent par se juxtaposer et même se recouvrir quelque peu entre Caussou et le col de Marmare.

Or, les deux bandes, en se prolongeant vers l'Est, gardent chacune le faciès qui leur est propre.

Celle du Sud passe par le col de Marmare, puis s'interrompt, brusquement recouverte probablement par la bande du Nord.

Mais on la retrouve aux bords de la rivière de Rébenty et elle se montre puissamment développée jusqu'à la vallée de l'Aude. Le Trias y affleure avec ses poudingues et ses marnes irisées, le Jurassique avec ses calcaires et ses dolomies noires et fétides, le Crétacé inférieur avec ses calcaires bréchoïdes, ses calcaires à *Toucasia* et ses marnes albiennes très épaisses à Niort. Chose à remarquer, en ce point, le calcaire bréchoïde de cette bande n'est pas cristallin et se distingue à peine du calcaire à *Toucasia*.

Les formations secondaires de la bande septentrionale se sont constituées d'abord dans une mer progressivement transgressive située au voisinage immédiat de la bande secondaire précédente ; mais ces formations ne sont venues au contact de celles de cette dernière bande *que par un glissement qui s'est produit du Nord au Sud*. Puis les sédiments extrêmement épais de l'Aptien et de l'Albien de la bande septentrionale se sont déposés dans une mer qui était en retraite vers le Nord. Il résulte de ce double mouvement de bascule que seuls les calcaires bréchoïdes néocomiens ont pu se déposer sur une bande qui comprend la meilleure partie des terres de culture de Prades, Montailou, Camurat, Comus, Belcaire, Roquefeuil, Espézels, Niort, Muzuby, Galinagues, Rodome, Aunat et Bessède. Aussi, la dénudation ayant produit son effet, on voit en une multitude de points qu'on ne peut figurer que sur une carte à grande échelle, tantôt sous forme de vastes et tantôt sous forme de petits affleurements, les gneiss archéens, les schistes précambriens, les divers terrains primaires, le granite du massif de Saint-Barthélemy toujours présents en profondeur. Et sur ces gneiss, ces granites, ces terrains primaires, on aperçoit nettement, lorsque le terrain n'est pas livré à la culture et sans erreur possible toujours au-dessus, le manteau de calcaire bréchoïde criblé de trous à travers lesquels on revoit son substratum. Et, chose remarquable, ce calcaire bréchoïde est partout cristallin, tandis que, dans les mêmes lieux, nous l'avons vu, celui de la bande sud ne l'est point.

Sur tous ces terrains, et en discordance complète avec eux, est venu se former, de même que dans les bassins de Tarascon et de Massat, le Crétacé supérieur avec ses marnes gris-clair ou gris cendré qui m'ont présenté à la montée de Marsa au col des Pradels, les mêmes empreintes d'Algues que celles de Massat, avec ses quartzites dressés en serres, en pics, en rochers fantômes, ses minces lames d'un calcaire qui garde partout ses minces feuillets, sa couleur claire, son aspect subcristallin. C'est ce ter-

rain-là et non le Trias, qui renferme le gypse de Lesquerde et l'oxyde de fer de Rasiguères et de Lesquerde¹.

A partir de Bessède on observe que le glissement de la bande nord vers le Sud, dont il a été question plus haut, s'est manifesté avec une plus grande amplitude. En effet, le Secondaire de la bande sud et le Primaire du massif central des Pyrénées disparaissent progressivement sous cette bande nord. Toutefois, à Sainte-Colombe, sur la rive droite de l'Aiguette, on retrouve un mince sillon de marnes appartenant à la bande secondaire méridionale. Si l'on suit ces marnes, on les voit bientôt se développer énormément en épaisseur et en largeur dans la région de Gincla et au delà, et, transgressives elles-mêmes, se substituer complètement au Primaire central des plis des pics d'Ourthiset, d'Insi-liéi, de Lagusou et de Garrigue, dont elles épousent la forme, et se prolonger jusqu'à la Méditerranée.

Contre cette masse puissante est venu buter, en s'avancant du Nord vers le Sud, le Secondaire de la bande septentrionale qui s'est disposé en un anticlinal dans la région du Clat et de Salvezines sous la poussée du Primaire et de l'Archéen, toujours présents, toujours visibles au-dessous lorsque la dénudation a été suffisante.

Mais, ainsi que cela devait être, le flanc sud de cet anticlinal n'est pas enraciné et s'est même recourbé en quelques points en un petit synclinal aigu.

Cependant l'épaisseur de cette bande septentrionale devient moindre et ses formations plus marneuses. Il en résulte que la dénudation a pu agir plus efficacement et que le gneiss ancien du substratum et, par endroits, le Primaire ont pu affleurer largement. Mais les grands lambeaux de terrains secondaires de Saint-Martin, de Saint-Arnac, d'Ansignan, de Lansac, etc., tous venus du Nord et disposés sur la tranche des couches des terrains anciens

1. Dans l'étude stratigraphique des Pyrénées j'ai représenté partout ce terrain ; mais dans le tableau stratigraphique je n'ai pu le figurer dans les cartes et les tableaux à petite échelle que j'ai été forcé d'adopter.

Dans la coupe 11 de la page 51 de son mémoire, M. L. Bertrand attribue au Primaire de Munès, que j'ai depuis longtemps signalé en ce point, le quartzite qui se dresse là en rochers fantômes et les marnes gris-cendré qui butent contre le poudingue carbonifère, mais ne passent pas par-dessous. Et il a commis la même confusion à Galinagues et à Espézels, et comme ce Crétacé supérieur est manifestement superposé au Secondaire inférieur, cette confusion a dû contribuer à l'induire en erreur quant aux charriages. S'il avait pu suivre les couches, ainsi que je l'ai fait, il aurait retrouvé ce terrain depuis Belcaire jusqu'aux environs de la Méditerranée, il aurait remarqué que le quartzite et le calcaire n'y sont représentés que sous forme de lentilles et que ces marnes sont manifestement d'âge secondaire.

restent les témoins de l'ancien état des choses. Primitivement la bande nord recouvrait partout les terrains anciens verticalement dressés et allait buter contre les formations de la bande secondaire méridionale.

Les terrains anciens qui affleurent sous cette bande nord transgressive sont :

A Prades, des schistes anciens et même très probablement les griottes qu'on retrouve sous forme de blocs dans les champs ou dans les murs ;

A Montaillou, des gneiss ;

A Comus, un grand nombre de lambeaux de schistes granitisés ;

A Camurat, une longue bande de schistes probablement précambriens ;

A Mazuby, des granites et des schistes granitisés ;

A Munès, à Galinague, des schistes et des poudingues carbonifères, des calcaires dévoniens, des schistes dont plusieurs sont granitisés ;

A Bessède, de vrais gneiss auxquels se superposent des schistes précambriens en masses épaisses et largement étendues ;

Dans les gorges de l'Aude, les calcaires dévoniens du défilé de Saint-Georges. Dans celles de l'Aiguette, faisant suite du Nord au Sud à celles de l'Aude, de nombreux schistes granitisés affleurent presque partout entre le confluent et Sainte-Colombe ;

Dans la vallée de la Boulzane, des gneiss, des schistes granitisés, des schistes siluriens, des calcaires dévoniens verticaux qui ont glissé de façon à disposer en anticlinal les terrains secondaires de la couverture ;

Enfin, les schistes, les gneiss, les granites, les terrains primaires du grand massif d'Ansignan, Rasiguères, Latour, Montner, presque aussi important que celui du Saint-Barthélemy ou de l'Arize.

Les charriages supposés de M. L. Bertrand. — M. L. Bertrand suppose que le charriage du Saint-Barthélemy se prolongerait vers l'Est. D'après lui, là, toute la bande secondaire septentrionale serait une bande B charriée du *Sud vers le Nord* et les terrains primaires de Bessède une nappe C superposée à la nappe B. Les marnes albiennes de la bande secondaire méridionale formeraient une nappe A qui servirait de substratum aux deux nappes précédentes et se raccorderait à l'Albien de la bande nord en passant sous le Secondaire et sous les terrains anciens faisant ainsi partie tantôt de la nappe B et tantôt de la nappe C.

Or, nous avons vu que la nappe A, formée aux dépens du Secondaire de la bande nord du massif du Saint-Barthélemy, ne passe point sous les terrains anciens de ce massif ; car, si elle y passait, on observerait un encerclement inadmissible. Et voilà que cet encerclement existerait exactement à la limite du massif du Saint-Barthélemy et de la région qui y fait suite vers l'Est, de sorte que si l'encerclement avait lieu pour la partie orientale du premier massif il existerait aussi pour la partie occidentale du second et puisqu'il est inadmissible pour l'une il l'est aussi pour l'autre.

C'est, du reste, ce que montre l'observation.

Lorsque M. L. Bertrand a vu la bande nord arriver jusqu'au contact de la bande sud sur les deux rives de la rivière de Rébenty à la suite du glissement de la bande nord vers le Sud, il a cru trouver là, dit-il, la preuve que la bande sud avait été charriée vers le Nord. Mais pour reconnaître que c'est au contraire la bande nord qui s'est avancée jusqu'au contact de la bande sud pour la recouvrir, il n'y a qu'à suivre les couches et faire de la région une étude complète.

On observe en effet :

1° Que nulle part, même dans les gorges les plus profondes, on ne retrouve cet Albien si développé qui passerait sous le Secondaire, le Primaire et l'Archéen pour se raccorder avec celui qui borde au Nord la région que nous étudions.

2° Que ce sont les couches de l'Alfrau et du Basqui (fig. 6), c'est-à-dire celles de la bande secondaire nord qui, tout en gardant leur composition lithologique et cristalline et en restant superposées aux formations primaires du massif du Saint-Barthélemy, s'avancent vers le Midi jusqu'au contact du Secondaire de la bande sud, à Causou, et de ce point-là jusqu'à la Rébenty au contact des lavasses albiennes de Niort.

3° Que sur les bords de cette rivière et jusqu'à la vallée de l'Aude, la composition de la bande méridionale diffère complètement de celle de la bande septentrionale, que celle-ci est cristalline, tandis que l'autre ne l'est pas et que, par suite, il ne peut venir à l'idée que la première ne soit qu'un repli, qu'une écaille de la seconde.

4° Qu'entre le col de Rodes, situé près de Niort, et celui des Clausels, sur une longueur considérable, les deux bandes n'ont pu arriver jusqu'au contact, séparées qu'elles sont par du terrain archéen qui plonge sous la bande envahissante : il ne peut venir à l'esprit que cet Archéen provienne du Primaire servant de substratum à la bande sud et entraîné lors du charriage ; car les deux formations n'ont aucune ressemblance.

5° Que, dans la vallée de l'Aude, la bande envahissante septentrionale restée presque horizontale recouvre quelques couches secondaires et primaires de la bande sud restées verticales, et que les deux formations diffèrent tellement l'une de l'autre soit comme composition lithologique, soit comme allure, qu'on ne peut admettre qu'elles ne soient qu'une écaille, qu'un repli l'une de l'autre, repli que rien ne fait prévoir.

6° Que la bande nord s'avance vers le Sud avec son cortège de roches archéennes visibles, au-dessous, partout et toujours, et que ces roches n'ont rien de commun avec le Primaire dont elles ne seraient qu'une écaille dans le cas d'un charriage produit du Sud vers le Nord.

7° Qu'on peut voir partout que la bande venue du Nord n'est non seulement jamais enracinée du côté sud quoique disposée en anticlinal, mais encore que les couches supérieures se sont recourbées en plis superficiels aigus en butant contre un obstacle, ainsi que l'a remarqué M. L. Bertrand lui-même dans la vallée de la Boulzane; et c'est précisément ce qu'on observe de même, mais sur une bien plus grande échelle, dans la ride du massif central des Pyrénées dont le flanc nord s'est porté aussi vers le Sud et s'est buté, au Mont Perdu par exemple, contre l'obstacle invincible des formations tertiaires surplombantes.

8° Que s'il existait véritablement une nappe chevauchant vers le Nord, l'amorce du pli de retour vers le Sud aurait depuis longtemps été emportée par la dénudation de sorte qu'on retrouverait partout un long mur, un front superposé à l'Albien, ainsi qu'on le remarque partout où il y a réellement eu un charriage vers le Nord; tandis que, dans le cas actuel, on n'observe rien de pareil ainsi que nous le montrera l'étude de la chaîne de Lesquerde.

Rien n'annonce donc que dans la région comprise entre le massif du Saint-Barthélemy et la Méditerranée, on ait affaire à un immense charriage produit du Sud vers le Nord: tout prouve au contraire qu'un glissement de peu d'importance s'est manifesté du Nord vers le Sud.

Mais continuons notre étude.

M. Léon Bertrand a cru qu'à Bessède les terrains anciens sont au-dessus des calcaires cristallins B et il en a fait une nappe C superposée à la nappe B. Or, en parcourant les schistes précambriens très développés entre Munès et le col des Pradels et le col de Triby, j'ai observé en divers points des résidus de ce calcaire cristallin de la nappe B, épais seulement de quelques décimètres ou de quelques mètres tout au plus, épandus çà et là sur ces schistes épais, eux, d'une centaine de mètres et apparais-

sant partout au-dessous des calcaires que la dénudation a fait disparaître presque complètement.

En outre, on remarque que les formations anciennes de Bessède n'existent pas que sous ce village ; elles se prolongent vers l'Est et vont plonger sous cette puissante barre cristalline du Clat venue de la bande nord du Secondaire du Saint-Barthélémy et dont M. L. Bertrand a fait la nappe B.

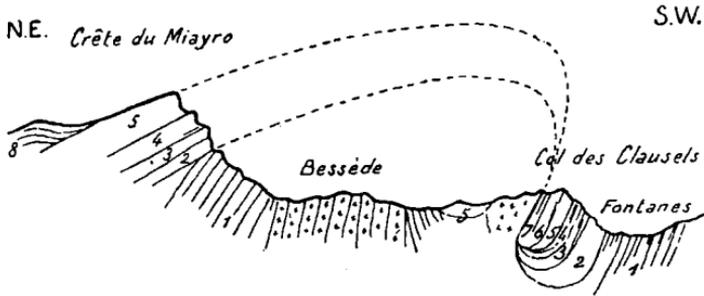
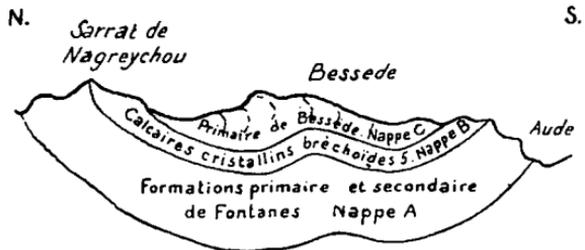


FIG. 15. — COUPE DANS LES ENVIRONS DE BESSÈDE.

- 1, Primaire ; 2, Trias et Infralias ; 3, Lias ; 4, Jurassique ; 5, Néocomien ;
6, Aptien ; 7, Albien ; 8, Cénomanién.

Le gneiss et le Primaire de Bessède 1 servent de substratum aux étages tous cristallins, mais tous bien caractérisés 2, 3, 4, 5, 8, du roc de la Trébène et de la forêt du Miayro. Ces étages sont disposés normalement à la suite du Primaire 1 et en un anticlinal que ne peut représenter le profil, celui-ci ayant une direction nord-est. Le Cénomanién 8 apparaît à la suite et contient des empreintes végétales près du point où passe la coupe. Pour montrer que par suite de leur superposition normale à la suite du Primaire 1 les couches 2, 3, 4, 5, du flanc nord-est doivent se raccorder avec celles du flanc sud-ouest, c'est-à-dire avec les couches 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, de Fontanes, en passant au-dessus du Primaire 1 et non au-dessous, j'ai figuré ce raccordement. En réalité ces couches, dont le faciès diffère complètement, se sont formées dans des mers différentes quoique voisines.

FIG. 16.
COUPE DANS LES ENVIRONS
DE BESSÈDE,
d'après M. L. Bertrand
{*Loc. cit.*, pl. III, fig. 10,
schématisée}.



Il en résulte que le Primaire et le Cristalloyllien de Bessède et de Munès dont M. Bertrand a fait sa nappe C, nappe qui devrait être supérieure à la nappe B, est, en réalité, inférieure à celle-ci. C'est ce que nous montre la figure 15. J'ai signalé avant M. L. Bertrand la composition des couches existant dans le versant occidental du Roc de la Trébène et je me suis assuré en

1. Étude stratigraphique des Pyrénées, p. 125.

même temps de leur parfaite continuité avec celles de la crête du Miayro : toute cette série est nettement superposée au Primaire de Bessède qu'elle surplombe fortement. M. L. Bertrand dit qu'à la montée du Roc de la Trébine les couches secondaires attribuées par lui à la nappe C ont le même faciès que celles de la série secondaire A de Fontanes (fig. 15) : le fait est inexact ; ce faciès est semblable à celui des étages 2, 3, 4, 5, 6, lorsqu'ils se différencient les uns des autres dans la zone cristalline, et ce faciès ne ressemble pas à celui de la série de Fontanes. En traversant la région de Candas, au Sud de la forêt du Miayro et de la Devèze, j'ai aperçu du reste un autre point où les étages de la zone cristalline sont encore mieux différenciés qu'au Roc de la Trébine. La coupe 15 nous montre, en outre, à Bessède même, les calcaires bréchoïdes et cristallins 5 se superposant nettement au Primaire 1. Et le fait a été aperçu par M. L. Bertrand qui s'est vu obligé de recourir à une faille pour expliquer cette superposition ; car celle-ci serait anormale si les charriages vers le Nord étaient réels. J'ai parcouru la région de Bessède dans tous les sens, et cependant il m'a été souvent très difficile d'en comprendre la description donnée par mon savant contradicteur. Cela provient de ce qu'il a souvent confondu avec le Primaire certaines formations secondaires et notamment celles du Supracrétacé affleurant à Munès, à Galinagues, à Espézels. Du reste, aurait-il aperçu en quelques points, à Galinagues affirme-t-il, le Secondaire inférieur C ou B nettement superposé à l'Albien de la série A, que cela viendrait à l'appui de ma thèse. En effet, il est manifeste qu'un refoulement s'est produit sur la bande septentrionale pour la faire glisser vers le Sud jusqu'au contact de la bande méridionale. Mais si un obstacle s'est rencontré s'opposant partiellement à ce glissement, les couches n'ont pu que se porter vers le Nord, où un pareil obstacle n'existait pas et y produire des recouvrements. Et justement, au Sud de Galinagues, cet obstacle s'est manifesté puisque, entre le col de Rodes et la région de Bessède, on observe une large bande d'Archéen contre laquelle s'est butée la formation secondaire venue du Nord qui n'a pu là se juxtaposer, pour cette cause, à celle du Sud.

Dans le défilé de l'Aude et celui de l'Aiguette, qui y fait suite du côté sud, la bande du Nord s'est substituée, presque entièrement, au Primaire des grands plis de Laguzou et de Garrigue dont le premier a déjà disparu et le second est en train de disparaître. Et sur les berges de l'Aiguette affleurent presque partout les schistes granitoïdes de l'Archéen.

M. L. Bertrand croit que, là, cette bande nord a été charriée vers le Nord parce que les marnes et les grès éénomaniens de la cluse de Saint-Georges semblent s'enfoncer sous le calcaire cristallin. Il est plus probable qu'à l'époque de la formation de ces marnes et de ces grès les calcaires cristallins déjà émergés étaient escarpés en falaise par la mer cénomanienne qui déposait ses sédiments au pied de l'escarpement sous lequel ils semblent plonger aujourd'hui.



FIG. 17. — COUPE A SALVEZINES, d'après M. Roussel.

1, Primaire ; 2, Trias et Infralias ; 3, Lias ; 4, Jurassique ; 5, Néocömien ; 6, Aptien ; 7, Albien ; 8, Cénomaniën.

Le flanc sud de l'anticlinal formé par les étages 2, 3, 4, 5, 6 et venu de la bande nord n'est pas enraciné et certaines de ses couches supérieures sont fréquemment retroussées en un pli aigu. Ce qui n'empêche pas que l'Albien, venu de la bande sud, ne l'ait pour appui. Le vrai substratum de tout le flanc sud est le Primaire et l'Archéen qu'on retrouve bientôt dénudés à l'Est du Pech des Carabatets. On a reporté sur le même plan les couches du Primaire qu'on voit de part et d'autre de la Boulzane. Le Cénomaniën 8 a entamé le flanc nord de l'anticlinal.

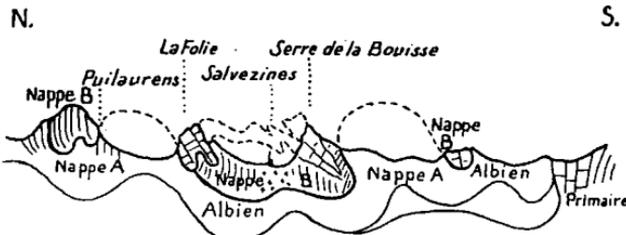


FIG. 18. — COUPE A SALVEZINES, d'après M. Léon Bertrand (*Loc. cit.*, pl. III, fig. 5, schématisée). L'Albien A sert de substratum au Primaire et au Secondaire B.

Dans la vallée de la Boulzane les calcaires secondaires de la bande nord ont été disposés en anticlinal par les terrains anciens verticaux, qui ont fortement glissé de bas en haut, tandis que les calcaires secondaires étaient fortement refoulés du Nord vers le Sud. Nulle part on ne voit l'Albien 7 servir de substratum à ces formations (fig. 17).

Dans la forêt de Boucheville les marnes de la bande méridionale se disposent en un anticlinal surbaissé et ont un tel développement qu'elles représentent non seulement l'Albien, mais encore, probablement, les divers étages de l'Infracrétacé et peut-être même ceux du Jurassique. On retrouve partout au-dessus les calcaires subcristallins, passant fréquemment au grès, qui représentent le Cénomaniens. Ils sont transgressifs et au delà de Bélesta, on les retrouve seuls superposés au gneiss.

A Bélesta, M. L. Bertrand figure ces terrains comme s'ils étaient recouverts par les terrains anciens.

Or j'ai vu, au contraire, qu'entre Caramany et Bélesta dans le flanc nord et entre Montalba et Bélesta dans le flanc sud et aussi entre le col de las Couloumines et Bélesta au centre de l'anticlinal, le granite, les gneiss et les schistes du substratum affleurent sous le Secondaire en maintes places, et bientôt au delà de Bélesta, on ne trouve plus que des bandes ou des lambeaux de Secondaire que la dénudation réduit tous les jours de plus en plus et qui sont manifestement, sans aucun doute possible, superposés aux gneiss, aux schistes, aux granites (fig. 19).

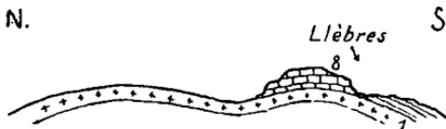


FIG. 19. — COUPE DE LLÈBRES (env. de Belesta).

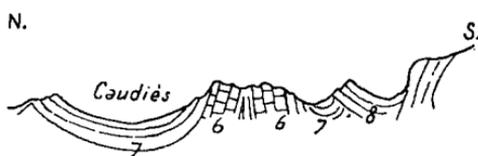
Cette coupe nous montre un lambeau de calcaires cristallins cénomaniens, superposé au gneiss, disposé lui-même en plis dans la région de Montner, de Latour et de Belesta.

Chaîne de Lesquerde. — La chaîne de Lesquerde est située au Nord des formations précédentes et fait partie d'un pli anticlinal qui se détache du massif du Saint-Barthélemy. Il ne faut pas la confondre avec les affleurements d'un autre pli qui se détache aussi du Saint-Barthélemy, qui est presque partout masqué par le Cénomaniens transgressif, mais se manifeste de distance en distance par des rocs isolés de Calcaire aptien ou néocomien, par endroits juxtaposés (à Saint-Martin notamment) à ceux de la chaîne de Lesquerde.

Les formations de celle-ci sont albiennes sur les deux flancs et aptiennes au centre. L'Albien est marneux et privé de fossiles si ce n'est en deux ou trois points. L'Aptien en contient partout : lorsqu'il est calcaire ce sont des *Orbitolina* et des *Toucasia* ; lorsqu'il est marneux, ce sont des *Orbitolina* et des *Ostrea aquila* principalement.

Chaque pli a son faciès spécial, et tous les géologues qui ont étudié la stratigraphie sur le terrain savent que les caractères

lithologiques des couches ne sont pas constants, et que les calcaires notamment passent aux marnes ou sont simplement remplacés par celles-ci lorsqu'ils se terminent brusquement : tous les calcaires sont sous forme de lentilles plus ou moins étendues. Le caractère du pli de la chaîne de Lesquerde est de ne présenter que des lentilles de calcaire de peu d'étendue. Ce pli, très calcaire lorsqu'il se détache du massif du Saint-Barthélemy, devient marneux à la traversée de la plaine d'Espézels ; très calcaire de nouveau au château d'Able et à Joucou, il ne tarde pas à redevenir marneux. Mais dans la gorge de la Rébenty, on retrouve ses marnes et ses calcaires marneux à Orbitolines. Il passe au Nord d'Axat où il est disposé en un bel anticlinal, et à Puylaurens les calcaires reparaissent de nouveau dans les marnes. La serre calcaire d'Alquière représente l'aile sud de l'anticlinal. L'aile



servent de substratum aux marnes albiennes 6 et celles-ci aux marnes et aux quartzites cénomaniens 8.

FIG. 20. — LA CHAÎNE DE LESQUERDE AU SUD DE CAUDIÈS, d'après M. Roussel.

6, Aptien ; 7, Albien ; 8, Céno-manien.

Les calcaires à *Toucasia* et les calcaires marneux de l'Aptien

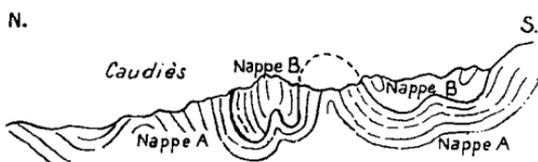


FIG. 21. — L'ALLURE DES COUCHES A CAUDIÈS, d'après M. Léon Bertrand (*Loc. cit.*, pl. III, fig. 4, schématisée).

L'Albien A sert de substratum aux calcaires de la chaîne de Lesquerde B disposés en synclinal et au Primaire situé au Sud de cette chaîne.

nord devient à son tour calcaire entre Caudiès et Fenouillet et contient l'*Ostrea aquila* et des Orbitolines ; mais elle redevient marneuse à Saint-Paul. Partout une puissante assise de marnes ou de calcaires marneux noirs à Orbitolines la sépare de l'aile sud. Les calcaires de celle-ci sont pétris de *Toucasia* au méridien de Caudiès et en plusieurs autres points, et se prolongent jusqu'au delà du méridien de Maury où ils disparaissent en devenant presque horizontaux ; mais ils reparaissent au mas Fouradade et se prolongent jusqu'au Verdoube où le pli disparaît.

Les calcaires de ce pli par le fait seul qu'ils sont sous forme de lentilles ont forcément, dans chaque lentille, un commencement et une fin, et ce commencement et cette fin en sont nécessairement les racines qu'on voit s'interposer entre les marnes.

M. L. Bertrand en voyant à Puylaurens, sur les bords de la Boulzane, commencer les lentilles de calcaire qui portent les ruines du château, a supposé qu'elles n'étaient pas enracinées et qu'elles étaient par suite superposées à l'Albien : il en a fait le témoin le plus septentrional de sa nappe B.

Pour s'assurer qu'il n'en est pas ainsi, il n'y a qu'à suivre les couches ; on voit aussitôt que les calcaires alternent avec des marnes et des calcaires marneux aptiens pétris de fossiles, et que ces formations fossilifères servent de substratum à l'Albien marneux qui en est dépourvu (fig. 20).

C'est en étudiant à Lesquerde, dans cette chaîne, les relations stratigraphiques de cette formation calcaire et du Cénomanién avec le granite porphyroïde que j'ai eu la première preuve que ce granite est plus récent que l'Aptien et le Cénomanién¹.

RÉGION SITUÉE A L'OUEST DU MASSIF DU SAINT-BARTHÉLEMY ET DE L'ARIZE

Les plis du grand massif du Saint-Barthélemy et de l'Arize se prolongent jusqu'à l'extrémité occidentale des Pyrénées et même au delà. Ils sont partout jalonnés par des affleurements des terrains anciens ou, à leur défaut, par des traînées de roches éruptives : granite, ophite, etc.

Les bandes de terrains secondaires bordant ce massif au Nord et au Sud se réunissent dans une masse unique plus ou moins développée qu'on peut suivre aussi jusqu'à l'extrémité de la chaîne.

Cette formation sert de couverture aux terrains anciens et les recouvre si bien que ceux-ci n'affleurent qu'en quelques points.

Et cependant, toutes les fois que ceux-ci affleurent, M. L. Bertrand les attribue à ses nappes de charriage B ou C.

Je crois inutile de les suivre longuement de ce côté : il suffira à l'observateur d'un peu d'attention pour reconnaître qu'on a partout affaire à des terrains en place.

Par exemple, dès qu'il verra le massif primaire de Milhas, il ne pourra manquer de remarquer aussitôt qu'il plonge de tous côtés sous le Secondaire qui le surplombe du reste sur presque tout son pourtour.

Sur les bords de la Garonne et de la Pique il pourra voir les calcaires cristallins du Cap d'Arri et du Cap de Mount se superpo-

1. Étude stratigraphique des Pyrénées, page 262.

ser au gneiss, d'un côté, et de l'autre, se raccorder à Boutz, à quelques pas du Mount, au calcaire cristallin du Gar et du Cagire manifestement superposé au Primaire et au gneiss des bords de la Garonne et du pays de Barousse, de sorte que si le calcaire de Saint-Béat passait en outre sous ce gneiss et sous ce Primaire comme le suppose M. L. Bertrand, on aurait encore là l'un de ces encerclements dont il a été question plus haut et qui sont, nous l'avons vu, inadmissibles. Le gneiss et le granite du Gar et des montagnes de la Barousse sont enracinés sur place. Toutefois ils ont été fortement refoulés du Nord vers le Sud et ont, par suite, glissé de façon à recouvrir partiellement le Secondaire ou le Primaire juxtaposés du côté sud. C'est ce qu'on voit pour le Primaire, à Cierp, par exemple, et au delà. Ces contacts sont identiques à ceux qu'on observe au Sud du Saint-Barthélemy et que j'ai figurés dans les coupes 4 et 8.

DANS LES PYRÉNÉES ON OBSERVE DE VRAIS CHARRIAGES

J'ai montré que dans le massif de l'Arize et du Saint-Barthélemy et dans les montagnes qui y font suite vers l'Est et vers l'Ouest, on observe pour les terrains secondaires et même aussi pour leur substratum des glissements *vers le Sud* qui ont eu assez d'amplitude dans certains cas pour produire des plis superficiels dans les couches supérieures de la couverture.

Or, ce phénomène est général dans les Pyrénées.

Dans le pli central de la chaîne, le glissement a été grandiose. C'est ici un véritable charriage qui s'est produit du Nord vers le Sud, un vrai recouvrement de 5 à 20 km., avec des plis superficiels merveilleux.

Dans le massif du Canigou, dans celui de l'Albère, dans le versant espagnol de la chaîne on observe des recouvrements analogues, mais de faible amplitude, comme dans le massif du Saint-Barthélemy.

Or, tous ces mouvements de translation se sont effectués du *Nord vers le Sud*.

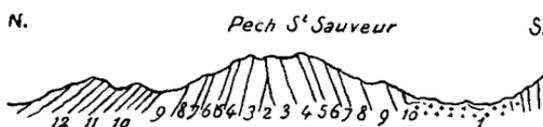
Toutefois, les couches étant fréquemment disposées en éventail, des glissements en sens inverse étaient à prévoir. C'est ce qu'on observe, en effet. Et dans le « Tableau stratigraphique des Pyrénées », j'ai figuré ces glissements, de même que les précédents : le lecteur pourra se reporter à la description que j'en ai faite.

Celui que M. L. Bertrand appelle chevauchement frontal des Pyrénées¹ est de ceux-là. Mais il l'a exagéré plus de cent fois et

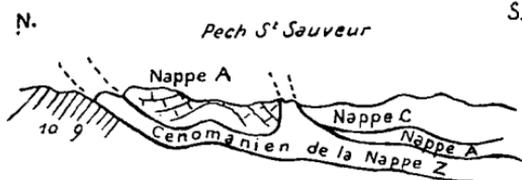
1. *Loc. cit.*, page 87.

a été conduit forcément à donner aux couches une pente, une allure qu'elles n'ont pas.

En outre, ayant remarqué qu'à la cluse de Péréille, au Pech de Foix, le Secondaire plonge sous l'Éocène et que là on ne pouvait, par suite, figurer un charriage, qui eût été un encerclement, il a considéré qu'en ce point les couches sont en place ;



sique, le Néocomien, l'Aptien, l'Albien, le Cénomaniien, le Turonien et le Séno-nien, le Maëstrichtien, le Danien et l'Éocène.



du massif de l'Arize et la nappe Z, le Cénomaniien du bassin de Tarascon qui affleurerait au Sud et au Nord du Saint-Sauveur et passerait au-dessous. C'est le 8 de la figure 22, 9 représentant le Turonien et le Séno-nien et 10 le Maëstrichtien.

mais il a supposé que partout ailleurs la même formation était charriée. Et voilà un même massif qui serait à la fois enraciné et charrié en des points très voisins, et les couches qui, là, passaient par-dessus, ici passent par-dessous. Et cependant on peut suivre

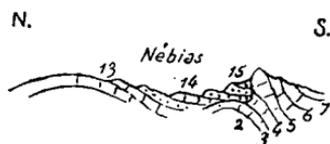


FIG. 24. — COUPE A NÉBIAS.
L'Éocène 13, 14, 15 hute contre le Secondaire inférieur 3, 4, 5, 6, 7.
2, Trias et Infralias ; 3, Trias ; 4, Jurassique ; 5, Néocomien ; 6, Aptien ; 7, Albien ; 13, 14, 15, Éocène.

ces couches d'un point à l'autre (je l'ai fait des centaines de fois) sans qu'il soit possible de remarquer un accident de cette sorte. Rien dans toute l'étendue du Pech de Foix, depuis Péréille, où il commence, jusqu'à Saint-Girons où il se termine, n'annonce un charriage. Et les couches que M. L. Bertrand figure au-dessous passent par-dessus avec tous leurs fossiles dont les espèces se comptent par centaines, notamment pour le Cénomaniien (fig. 22).

M. Fournier discutant récemment ces charriages inadmissibles ou du moins fort exagérés de M. Léon Bertrand a figuré ce qui existe dans la région de Puivert et de Nébias où le chevauchement frontal a été réduit à néant par la dénudation. Mais là il fait une erreur que je dois redresser. Les couches de l'Éocène qui butent contre celles de l'Infracrétacé ne se replient pas en synclinal, ce sont les supérieures de l'Éocène qui arrivent jusqu'au contact du Secondaire : je m'en suis assuré, car elles sont toutes fossilifères jusqu'aux marnes à Clausilies qui alternent avec les Poudingues de l'Éocène supérieur (fig. 24).

LES DERNIÈRES PREUVES DE L'INEXISTENCE DES GRANDS CHARRIAGES SUD-NORD

Lorsqu'on examine une dernière fois et dans leur ensemble, les grandes nappes de charriage sud-nord figurées par M. L. Bertrand, notamment dans le grand massif du Saint-Barthélemy et de l'Arize, on fait la remarque suivante :

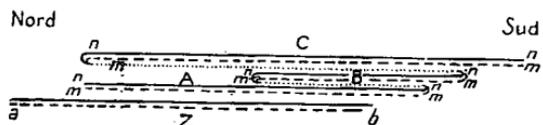


FIG. 25. — LES QUATRE NAPPES Z, A, B, C dont les trois dernières auraient été charriées vers le Nord. La nappe Z est en place.

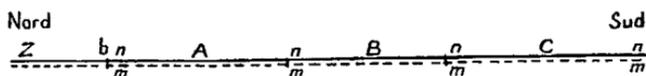


FIG. 26. — DÉVELOPPEMENT DE LA FIGURE 25.

La nappe A, pour recouvrir la nappe de terrains récents Z, a dû glisser vers le Nord d'environ 25 à 30 km. La même nappe A pour devenir la nappe B a dû, de même, subir un transport vers le Nord de 10 à 20 km. Et cette nappe B, c'est-à-dire les assises provenant de A, pour devenir la nappe C, ont été charriées vers le Nord de 20 à 30 km. (fig. 25).

Si l'on reporte les nappes A, B, C, vers le Sud de manière que l'extrémité nord de A soit, en *b*, à l'extrémité sud de la nappe Z et si l'on déplisse ensuite, de façon à les rectifier, les trois nappes A, B, C, on obtient la ligne de la figure 26 formée, à partir de *b*, par les trois nappes A, B, C. Et du point *b* à l'extrémité sud se déroule un ruban, long de 40 à 80 km. Or, le point *b*, d'après les figures des planches III, IV, V du mémoire de M. L. Bertrand, serait placé à quelques kilomètres au Sud des bassins secondaires de Massat et de Tarascon, ou à la bordure septentrionale des

terrains primaires des Pyrénées centrales pour la région située à l'orient du bassin de Tarascon. Et si, à partir de ce point *b*, on se dirige vers le Sud jusqu'à l'extrémité du long ruban, on arrive fort loin, vers le Midi, dans le versant français pour la partie orientale des Pyrénées, et fort loin dans le versant espagnol pour la partie centrale. C'est là qu'on devrait retrouver les racines de la nappe secondaire A, c'est-à-dire les points d'où se serait détachée du reste de la formation secondaire cette nappe qui se serait repliée deux fois sur elle-même pour se porter vers le Nord. Mais dans ces points on ne trouve que des terrains primaires ou archéens ou que des terrains du Crétacé supérieur transgressifs. Et l'on constate ainsi que la nappe A et par suite que les nappes B et C n'ont pas de racines méridionales dans les Pyrénées, ce qui ne serait pas si les phénomènes supposés étaient réels.

De plus, la figure 26 nous montre que les mêmes couches *mm*, *nn* se superposent, à trois reprises, dans les nappes A, B, C. Or, tous les charriages du Nord vers le Sud se révèlent par l'intercalation de couches récentes dans des assises plus anciennes. Pourquoi donc dans les charriages vers le Nord, supposés par M. L. Bertrand, ne remarque-t-on jamais de superposition anormale? Et pourquoi, si l'on en observe une, est-elle la manifestation d'un glissement vers le Sud?

En outre, lorsqu'on étudie le grand charriage vers le Sud survenu dans la ride centrale, on observe dans les points où la nappe chevauchante a été conservée, que cette nappe s'est disposée en une multitude de plis superficiels qui se modifient capricieusement d'un point à l'autre. Or dans les nappes charriées vers le Nord imaginées par M. L. Bertrand, on ne remarque rien de pareil, mais seulement des plis profonds et *primitifs*, dont l'origine remonte aux temps les plus anciens, disposés avec une régularité parfaite, qui se prolongent, disparaissent et reparaissent d'après des lois que j'ai fait connaître dans le « Tableau et l'Étude stratigraphique des Pyrénées ».

Enfin, dans chaque grand massif, les roches sédimentaires, les calcaires surtout, ont un faciès propre tel qu'il est possible à l'examen d'un échantillon, de dire de quel massif il provient. Chaque massif a son faciès particulier. Or, dans les massifs qui seraient charriés vers le Nord, on n'observe point que le massif charrié soit semblable à celui qui en serait la racine. J'ai déjà dit qu'à la Rebenty les étages de la nappe B ne ressemblent pas à ceux de la nappe A.

Un autre exemple, plus frappant encore, nous est fourni par

les massifs du Saint-Barthélemy et de l'Arize. Dans ceux-ci on trouve des marbres griottes à faciès caractéristique, des quartzites, des nodules phosphatés, des schistes carburés avec Graptolithes.

Où sont dans les nappes A ou B du Primaire du bassin de Tarascon ou des Trois Seigneurs, ces griottes, ces quartzites, ces nodules phosphatés, etc.?

CONCLUSIONS

Au retour d'un voyage de plusieurs années j'ai pu prendre connaissance des publications de M. L. Bertrand relatives aux charriages dans les Pyrénées. Et je viens de donner les raisons qui ne me permettent pas d'en accepter les conclusions.

Il existe dans ces montagnes de très nombreux glissements de couches dont quelques-uns sont de vrais et de grands charriages. Mais ceux-ci se sont généralement manifestés par des mouvements vers le Sud.

Un seul de ces glissements, qu'on avait déjà figuré, s'est produit vers le Nord. Mais M. L. Bertrand, pour être conséquent avec sa théorie, a dû l'exagérer systématiquement et a été conduit à des conceptions qui rendent méconnaissable la stratigraphie de montagnes depuis longtemps classiques.

Du reste, le refoulement des couches vers le Sud a pu se transformer en un refoulement vers le Nord lorsqu'un obstacle s'est rencontré pour s'opposer au premier mouvement. La seule question vraiment importante est celle de l'enracinement : j'ai montré que les séries A, B, C sont enracinées sur place.

Pendant le voyage auquel je viens de faire allusion, j'ai parcouru certaines parties du Plateau Central français, de l'Atlas algérien et tunisien, des Ardennes, des Carpathes, des monts de Bohême, du Caucase et des montagnes d'Arménie. Chaque montagne a son faciès et sa tectonique; mais toutes ces différenciations rentrent dans le même cadre. Et il semble que nos Pyrénées, si incomparablement belles, restent comme un type où l'on retrouve à la fois rassemblés tous les étages et tous les phénomènes ailleurs dispersés.

Les recouvrements existent, mais ils sont plus rares et ont moins d'amplitude qu'on ne l'avait supposé; et je crains que l'engouement manifesté pour ces sortes de phénomènes ne soit plus préjudiciable qu'utile à la science.

LE MIOCÈNE DES BOUCHES-DU-RHÔNE

PAR L. COLLOT¹

BIBLIOGRAPHIE

Nota. — Pour éviter la répétition des mots série, planche, figure, je les ai indiqués ainsi, dans le corps du mémoire : le n° de la *série* des publications en chiffres arabes entre parenthèses, le n° du *volume* en grandes capitales, le n° de la *planche* en petites capitales, le n° de la *figure* en chiffres arabes.

- L. AGASSIZ. Iconographie des coquilles tertiaires réputées identiques avec les espèces vivantes ou dans différents terrains de l'époque tertiaire, accompagnée de la description des espèces nouvelles. *Nouveaux mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, VII, 1845.
- BASTEROT. Mémoire géologique sur les environs de Bordeaux. *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris*, II, 1825.
- BOURGUIGNAT. Histoire malacologique de la colline de Sansan, 1881.
- BELLARDI et SACCO. I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. 30 parties, 1873-1904.
- DU BOIS DE MONTPÉREUX. Conchiologie fossile et aperçu géognostique des formations du plateau Wolhyni-podolien, 1831.
- BRIVES. Les terrains tertiaires du bassin du Chélif et du Dahra. *Thèse Fac. Sc. Lyon*, 1897.
- Fossiles miocènes (1^{re} partie). *Matériaux pour la Carte géologique de l'Algérie*, 1897.
- BROCCHI. Conchiologia fossile subapennina, 1843.
- BRONN. *Lethea geognostica*, 3^e éd., publ. par Bronn et F. Römer, 1850-56.
- BUCQUOY, DAUTZENBERG et DOLLFUS. Les Mollusques marins du Roussillon, 1882-1898.
- COLLOT. Description des terrains miocènes marin et lacustre supérieur des environs d'Aix. *Revue des Sciences naturelles de Montpellier*, décembre 1878.
- Description géologique des environs d'Aix en Provence. *Thèse Fac. Sc. Montpellier*, 1880.
- Grès à *Helix* de Guyotville, près d'Alger et d'Aix en Provence. *A. F. A. S.*, 1881.
- Diversité corrélatrice des sédiments et de la faune du Miocène marin des Bouches-du-Rhône, *A. F. A. S.*, 1885.
- Pliocène et Quaternaire de la région du bas Rhône. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 401.
- Limacides et Hélicides des faluns de Touraine. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1911, nos 486, 487.
- COSSMANN. Essais de paléonchologie comparée, I-VI, 1895-1909.
- Lamellibranches miocènes. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, LXIII, LXIV, 1909, 1910.
- DEPÉRET. Sur la classification et le parallélisme du système miocène. *B. S. G. F.*, (3), XXI, 1893, p. 170.

1. Note présentée à la séance du 5 février 1912.

- DEPÉRET et ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. *M. S. G. F., Paléontologie*, X (déc. 1902) et XIII.
- DEPÉRET et SAYN. Monographie de la faune fluvio-terrestre du Miocène supérieur de Cucuron. *Soc. linn. Lyon*, LXVII.
- DESHAYES. Expédition de Morée, 3^e série (zoologie), 1823.
— Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, 1860.
- DOLLFUS et DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire. *M. S. G. F., Paléontol.*, X (1902), XI (1903), XIV (1906).
- DUJARDIN. Mémoire sur les couches du sol de Touraine et description des coquilles de la craie et des faluns. *M. S. G. F.*, (1), II, 1837.
- D'EICHWALD. *Lethea rossica* ou paléontologie de la Russie, 3^e partie (période moderne), 1859.
- FISCHER et TOURNOÛER. Invertébrés fossiles du mont Léberon, 1874, (faisant suite à GAUDRY, Animaux fossiles du mont Léberon, étude sur les Vertébrés).
- FONTANNES. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône.
(I). Le vallon de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Hyrieu, 1875.
(II). Les terrains tertiaires supérieurs du haut Comtat Venaissin, 1876.
(III). Le bassin de Visan, 1878.
(IV). Les terrains néogènes du plateau de Cucuron, Cabrières, la Tour d'Aigues, 1878.
(V). Description de quelques espèces nouvelles ou peu connues, 1879.
(VI). Le bassin de Crest, 1880.
(VII). La série tertiaire de la région delphino-provençale, 1881.
(VIII). Le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le bas Languedoc, 1885.
(IX). — et DEPÉRET. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, 1^{re} partie, Aquitaniens et Langhien, 1889.
(X). — et DEPÉRET. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, 2^e partie, Helvétien, 1892.
- FONTANNES. Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône, 1879-1889.
- FOURNIER. Sur l'existence d'un lambeau helvétien dans la partie centrale de la chaîne de la Nerthe. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 23^e année, 1892-93, p. 29.
- GAUTIER. Échinides du département des Bouches-du-Rhône. *A.F.A.S.*, 1880, p. 527.
- GOLDFUSS. *Petrefacta Germaniæ*, 2^e éd., 1862.
- GOLPIER. Essai d'explication de la tectonique du massif d'Allauch, du bassin d'Aix et des chaînes qui l'entourent. *B.S.G.F.*, (3), XXV, 1897, p. 17.
- GRATELOUP. Atlas de conchyliologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour, 1840.
- HOERNES. Die fossilen Mollusken der tertiær Beckens von Wien, 1856-1870.
- HOERNES (R). *Pereiraia Gervaisi* von Ivandol bei S. Barthelmœ in Unterkraïn., *Annalen der k. k. naturhistorischen Hofmuseums*, X, 1895.
- HOERNES (R.) et AUINGER. Die Gastropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterranean-Stufe in der oesterreichisch-ungarischen Monarchie, 1879-1891.

- JOLEAUD. (L.) Découverte de l'Aquitanién dans la partie moyenne de la vallée du Rhône. *CR. Ac. Sc.*, 11 févr. 1907, p. 345.
- L'Aquitanién dans le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône, *B. S. G. F.*, (4), VIII, 1908, p. 43.
- Vue générale de la stratigraphie des terrains néogènes de la plaine du Comtat et de ses abords. *A. F. A. S.*, 1909 (Lille).
- Géologie et paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords. *Soc. linn. de Provence*, mémoire 2, 1910.
- KILIAN (et M. BERTRAND). Étude sur les terrains (secondaires et) tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. Mission d'Andalousie. *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences*, XXX, 1889.
- KINKELIN. Neogenbildungen westlich von Saint-Barthelmœ in Unterkrain. *Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt*, XLI, 1891, p. 401.
- MAILLARD. Mollusques terrestres et fluviatiles. *Mémoires Soc. paléontol. suisse*, XVIII, XIX 1891-92.
- MARTIN (David). La Crau et la Durance. *Bull. Service de la Carte géolog. de la France*, n° 115, XVII, 1907, p. 145.
- MATHERON. Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins, 1842.
- MICHELOTTI. Description des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale, 1847.
- DES MOULINS. Description de trois genres nouveaux de coquilles fossiles des terrains tertiaires de Bordeaux. *Bull. Soc. linn. de Bordeaux*, II, 1828.
- PALÆONTOLOGIA UNIVERSALIS, depuis sept. 1903.
- PEREIRA DA COSTA. Gastropodes des depositos terciarios do Portugal. *Commissão geologico de Portugal*, 1866.
- RAMBUR. Description de coquilles fossiles des faluns de la Touraine. *Journ. de Conchyliologie*, avril 1862.
- ROMAN. Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le bas Languedoc. *Thèse Fac. Sc. Lyon*, 1897.
- Néogène continental de la basse vallée du Tage, 1^{re} partie (paléontologie). *Commission géologique du Portugal*, 1907.
- ROMAN et DEPÉRET. Voir DEPÉRET.
- SACCO. Voir BELLARDI et SACCO.
- SANDBERGER. Die Conchylien der Mainzer tertiær Becken, 1863.
- Die Land-und Lusswasser Conchylien der Vorwelt, 1870-75.
- SCHAFFER. Das Miocœn von Eggenburg. *Abhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt*, XXII, heft 1, 1910.
- SERRES (Marcel de). Géognose des terrains tertiaires, 1829.
- — *Annales des Sciences naturelles*, 2^e sér. XX, 1843.
- — Notes géologiques sur la Provence. *Act. Soc. linn. de Bordeaux*, XIII, 1843.
- — Mémoire sur les fossiles du bassin d'Aix. *CR. Ac. Sc.*, IV, 1845.
- SMITH. On the age of the tertiary beds of the Tagus. *Quart. Journ. of the geolog. Soc. of London*, nov. 1847.
- UGOLINI. Monografia dei Pectinidi neogeni di Sardegna. *Paleontographia Italiana*, XII.
- ZIETEN. Die Verteinerungen Wurtembergs, 1830.
- ZITTEL. Traité de paléontologie, traduction franç. par BARROIS, II, 1887.

ARLES A LAMBESC.

Je me propose dans ce mémoire de décrire, aux points de vue stratigraphique et paléontologique, le terrain miocène de la feuille d'Aix-en-Provence, et plus particulièrement celui qui existe dans le quart N.W. de cette feuille. Les changements de faciès et d'épaisseur sur des points peu éloignés, la transgressivité graduelle de ses couches, lui donnent un intérêt qui motive suffisamment une étude particulière de cette région. Après avoir distingué les mouvements orogéniques qui lui sont antérieurs de ceux qui ont suivi sa formation, je chercherai quelle était la forme du sol sous-marin à l'époque miocène. Je décrirai d'abord les gisements dans l'ordre géographique en commençant par l'Ouest.

Après que la mer eut séjourné pendant l'époque aquitanienne à Montpellier et à Carry près Marseille, elle s'avança vers le Nord pour envahir le bassin du Rhône. A l'Ouest de l'étang de Berre¹, elle forma une molasse calcaire, blanche, à Bryozoaires, *Lithothamnium*, *Ostrea squamosa* M. DE S. Ce dépôt est l'amorce d'une assise remarquable par la constance de ses caractères minéralogiques, par son épaisseur et l'importance de l'exploitation à laquelle il donne lieu, comme pierre de taille tendre, à Cartries (Hérault), Beaucaire (Gard), Saint-Paul-Trois-Châteaux (Vaucluse), Fontvieille près Arles et les Taillades près Lambesc (Bouches-du-Rhône). C'est la molasse à Nullipores de Fontannes, plus correctement molasse à *Lithothamnium*, caractérisée par *Pecten præscabriusculus*; c'est la molasse marnocalcaire de Depéret (1893). Elle appartient à l'étage burdigalien.

A MONTMAJOR près Arles, le Burdigalien marin surmonte le calcaire blanc d'eau douce en petits bancs plissés, du groupe d'Aix (Stampien-Aquitainien). Il est nettement discordant avec lui.

A FONTVIEILLE, où les carriers lui attribuent l'épaisseur, peut-être exagérée, de 40 m., il est formé d'une masse homogène, sans bancs séparés, comme dans les carrières de Saint-Paul-Trois-Châteaux. J'y ai recueilli *Pecten præscabriusculus*, *P. restitutus*, *Retepora* et autres Bryozoaires, un grand *Euspatangus*, *Cidaris avenionensis*, *Lithothamnium*. Il repose indifféremment sur le Néocomien et sur les couches d'eau douce du Crétacé supérieur. Il est vers la cote 30 m. d'où il s'élève graduellement sur l'extrémité orientale des Alpilles, jusque vers 240 m. Il repose sur les mêmes terrains qu'autour de Font-

1. FONTANNES et DEPÉRET, X.

vieille. Il borde la chaîne de façon plus ou moins continue au Nord (Saint-Remy) et au Sud, à la lisière de la Crau (Mouriès, Aureille). Des deux côtés il plonge de la montagne vers la plaine, montrant que l'orogénie du pays est, au moins partiellement, postérieure au Miocène. A Aureille il est même vertical, comme le Crétacé supérieur d'eau douce, auquel il s'applique. Il existe d'ailleurs dans le milieu de la chaîne, aux BAUX, sur les calcaires de l'horizon de Rognac à Cyclostomidés (*Leptopoma*, *Bauxia*). C'est toujours un calcaire blanc formé de débris grossiers d'organismes, parmi lesquels on distingue des *Pecten præscabrisculus* et des *Lithothamnium* entiers.

Le massif du DEFFEND (309 m.), qui prolonge à l'E. la chaîne des Alpilles entre Eyguières et Lamanon, est formé de Miocène marin qui occupe à lui seul, du N. au S., toute la largeur de la chaîne. Il est fortement replié en anticlinal. Ce Miocène paraît en rapport, vers Eyguières, avec un dépôt du groupe d'Aix. Grâce à des puits creusés pour la recherche de l'eau, puis pour celle du charbon, à 40 m. de profondeur, dans le vallon de VOUREDOUNO, on a pu reconnaître, au-dessous d'un poudingue de cailloux secondaires quelquefois volumineux, des lits de calcaires rubanés, tantôt blancs et crayeux, tantôt gris ou même noirs, renfermant des plantes et même des feuillettes de lignite. Il y a aussi des silex brun foncé. Certaines plaquettes calcaires contiennent des Planorbis, des Lymnées, des Bythinies, à test aplati. Ces couches d'eau douce ne peuvent appartenir qu'à l'Oligocène.

Dans l'anticlinal du Deffend, que j'ai d'ailleurs visité rapidement, je n'ai pas retrouvé le calcaire blanc de Fontvieille, mais seulement des couches qui paraissent plus récentes; à la base, de l'argile, puis un grès fin argileux, ensuite un lit de poudingue, et sur le tout, une carapace de calcaire coquillier et jaune. Celui-ci passe sous les cailloux de la Crau et va reparaître au Sud entre Salon et Miramas, plongeant en sens inverse.

Le COL DE LAMANON est un passage de la plaine de la Crau à la vallée de la Durance; il est à 107 m., c'est-à-dire seulement une dizaine de mètres au-dessus du cours actuel de cette rivière. Il est compris entre le Miocène du Deffend et un mur oriental de Néocomien et d'Urgonien orienté du N. au S. Ces calcaires infracrétacés plongeant vers le N.N.W., dominant le col de plus de 200 m. car ils atteignent au signal de Roquerousse 326 m. Ils forment en s'étendant vers l'E. un plateau que je désignerai sous le nom de PLATEAU D'AURONS. La brusque apparition de ce massif est évidemment liée à une faille N.-S., que masquent les éboulis au pied de la muraille.

Les bancs de l'Infracrétacé à l'E. du port de Lamanon, plongeant généralement au Nord, sont arasés en une pénélaine sur laquelle subsistent des témoins quelquefois étendus des dépôts miocènes qui l'ont recouverte. Sur la surface perforée repose un calcaire blanc constitué en grande partie par des *Lithothamnium* à rameaux courts, formant ensemble un thalle globuleux (*Lith. ramosissimum* du Miocène de Vienne). A LA REYNAUDE (W. de Vernègues), les Algues calcaires remplissent un banc qui repose sur l'Urgonien blanc marmoréen perforé et ce banc est lui-même perforé par les lithophages. AUX SONAILLERS un calcaire blanchâtre, coquillier, de ce niveau, m'a fourni *Tapes sallomacensis* FONT. (Crest., pl. iv).

AU VERNÈGUES le substratum du Miocène est formé par les calcaires néocomiens gris et par l'Urgonien oolithique blanc se succédant régulièrement et plongeant au N. Il n'y a certainement pas de couches du groupe d'Aix¹. Le Miocène s'élève au-dessus du plateau en colline de 110 m. environ, le sommet étant à 389 m. et la base, à l'aplomb de ce point, pouvant se trouver vers 280 m. Les couches inférieures sont des grès tendres un peu marneux (safre)², avec quelques Bryozoaires, petites Huîtres, Peignes et autres Lamellibranches. Au sommet c'est le calcaire grossier jaune.

AU N.W. d'ALLEINS, vers la Giotte, sous d'anciennes alluvions de la Durance, affleure une molasse qui s'appuie contre les tranches d'un îlot de calcaire d'eau douce danien, tandis qu'à Alleins elle a l'Urgonien pour support. La discordance est manifeste. Le village est sur l'Urgonien; à l'W. et à l'E. on voit les bancs de la molasse se relever légèrement comme pour monter sur le plateau.

Du côté est, d'ailleurs, la continuité subsiste entre le Miocène de la plaine et celui de Vernègues. Les bancs miocènes ont une pente modérée, à peine inférieure à celle de l'Infracrétacé. Cette pente a au moins pour une part une origine non tectonique, mais sédimentaire, car un peu plus loin, en suivant le chemin d'Alleins à Saint-Symphorien et à la Maison basse, la surface de contact

1. Le colonel JULLIEN en a parlé dubitativement. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 301, 21 juin 1909.

2. Le *safre* est une molasse plus facile à désagréger, quelquefois aussi plus argileuse. Le mot de *molasse* qu'il conviendrait de ne pas étendre à des formations purement calcaires et employer dans un sens stratigraphique, est originellement, suivant la définition donnée par M. Brongniart, un macigno, c'est-à-dire une roche essentiellement composée de petits grains de quartz sableux distincts mêlés avec du calcaire, du mica, de l'argile et se distingue des autres macignos par sa nature grenue lâche, presque friable; exemples à Genève, Lausanne, Avignon.

des deux terrains est presque horizontale, tandis que les lits miocènes ont encore une inclinaison très marquée vers la région nord. De même à l'W. de Vernègues, sur la surface subhorizontale du plateau, le Miocène a ses couches nettement inclinées vers le N. W. Les courants marins poussaient les sables vers la région nord et tendaient à combler la dépression durancienne qui était déjà légèrement esquissée. Un peu plus loin on observe dans le Néocomien des vallonnets qui ne sont pas des synclinaux mais proviennent d'érosions antémiocènes et qui sont remplis de molasse ou l'ont été, car on y retrouve les perforations de lithophages. Lorsqu'il y a des silex, ceux-ci sont déchaussés et dans la rainure qui les entoure les perforations sont bien conservées.

A la MAISON BASSE, AUX CARLATS, le Miocène est encore de la molasse marno-sableuse, assez argileuse pour alimenter une tuilerie aux Carlats. Elle a fourni aux TAILLADES le *Pecten Fuchsi* FONT.¹ (valve bombée), de l'Helvétien à *Amphiope perspicillata*.

Le plateau s'abaisse assez doucement dans la partie S. W. vers la direction de Salon et la molasse forme un revêtement continu.

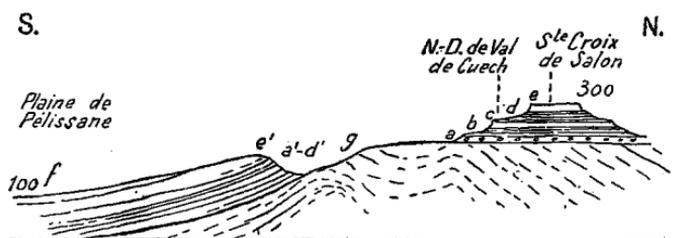


FIG. 1. — COUPE DE PÉLISSANE A SAINTE-CROIX-DE-SALON.

a, Conglomérat de blocs et cailloux secondaires et de *Lithothamnium*, sur un anticlinal accessoire de Néocomien dont l'axe va passer à Jancine; b, Marne sableuse; c, Bancs durs supportant N.-D. de val de Cuech (a, b, c = env. 15 m.); d, Marne sableuse, talus auquel sont adossés le monastère de Saint-Pierre de Canon et la maison du jardinier, située un peu plus bas (50 m. environ); e, Calcaire coquillier roux, en corniche sur N.-D., supportant Sainte-Croix de Salon (15 à 20 m.); a'-d', Vallon est-ouest, marnes des parties inférieures du Miocène; e', Calcaire coquillier roux, formant crête, de même direction; f, Couche plus tendre, à grands *Pecten scabriusculus*; g, Néocomien plissé. La surface inclinée à peu près à 40°, qui supporte a'-d', est perforée par les lithophages, il n'y a donc pas faille et le Miocène est là en rapport avec le fond même sur lequel il s'est déposé.

d'AURONS (300 m.), à Salon (100 m.). Un anticlinal se dessine dans cette surface, et, à une distance à peu près égale de Salon et de Pélissane, le manteau de molasse se fend sur l'anticlinal et laisse apparaître le Jurassique supérieur, les couches de Berrias à *Hoplites occitanicus* et *H. Malbosi* et le Valanginien, séparant

1. DEPÉRET et ROMAN, I, 5.

la molasse du plateau de celle de la plaine. L'allure de la molasse enveloppant ce promontoire de terrains secondaires est bien visible sous N.-D. DE VAL DE CUECH.

Le développement d'argiles bleuâtres marneuses et finement sableuses dans la moitié inférieure du Miocène de ce quartier est remarquable. C'est un relai entre Istres et Avignon où M. Depéret a signalé l'existence de ce faciès « schlier ».

La partie sud du plateau d'Aurons est dépouillée de molasse à partir de ce village, et de l'anticlinal de molasse dont j'ai parlé, il ne reste que la branche sud, de sorte qu'en avant du plateau, la molasse de la plaine débute brusquement par des couches presque verticales qui s'allongent de l'Ouest à l'Est. Les couches inférieures argilo-sableuses forment un fossé au pied du plateau secondaire, tandis que les calcaires roux supérieurs alignent parallèlement une crête pittoresque visible sur la carte. Au Moyen-Age on en avait choisi un point pour bâtir le château de la Pène, dont quelques pans subsistent encore.

A partir de là la ligne de séparation entre le Secondaire du plateau et le Miocène qui est au Sud cesse d'être l'affleurement d'une surface sédimentaire : c'est une faille qui se poursuit jusqu'à la route, vers BIDAINE au N.W. de Lambesc. Mais en même temps l'accident se dédouble de la manière suivante.

La ligne d'affleurement des bancs fortement redressés s'infléchit un peu au S. pour passer au pied sud des flots néocomiens des BIRONS et des FÉDONS.

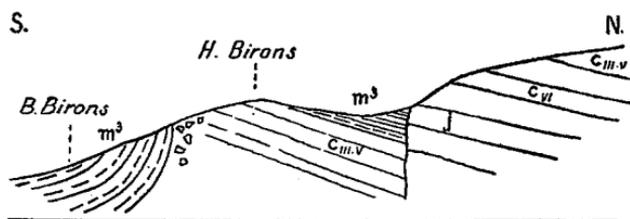


FIG. 2. — COUPE PAR LES BIRONS.

m^3 , Miocène, molasse marine; j , Jurassique supérieur; c_{vi} , Couches de Berrias; c_{iii-v} , Suite du Néocomien.

Au N. de ces flots on la retrouve en pente douce vers le N. et c'est avec cette pente qu'elle vient buter contre le Néocomien du pied du plateau. Il y a donc deux failles, ou plutôt une faille accompagnée au Sud par un anticlinal le long duquel perce le Néocomien d'une manière intermittente. En ces derniers points l'anticlinal dégénère en faille. Cet anticlinal est visible le long de la grande route, puis au N. de LAMBESC, il passe au Calvaire et est encore visible au Petit Saint-Paul.

Il résulte des faits précédemment exposés que la mer miocène a eu pour fond autour du plateau d'Aurons et sur ce plateau lui-même une pénéplaine qui coupait en biseau les bancs néocomiens relevés par un mouvement antérieur. Le plateau avait déjà un certain relief. Ainsi s'explique la rapide dénivellation du Miocène en allant vers Alleins, car ce terrain ne paraît pas avoir subi de ce côté un mouvement capable de le porter du niveau du village à celui du plateau; il semble s'être accumulé au pied de celui-ci et n'avoir guère obéi ensuite qu'à des mouvements d'ensemble de la région. Ainsi s'expliquerait peut-être aussi l'absence des Algues calcaires en dehors du plateau soit au N. soit au S. La surface du plateau située moins profondément sous la surface de la mer recevait la lumière nécessaire aux Algues, tandis que dans les parties plus profondes les rayons étaient trop atténués. Dans ces parties plus profondes s'accumulaient les sables et les argiles qui ne pouvaient pas remonter sur le plateau et ce n'est que lorsque ceux-ci eurent à peu près comblé les dépressions que le dépôt sableux put se faire aussi sur le plateau par-dessus le calcaire blanc à *Lithothamnium*.

Les courants devaient porter vers la région nord, d'après deux cas que j'ai observés d'inclinaison des lits miocènes sur une surface horizontale.

Les mouvements postmiocènes sont attestés par la brusque élévation du plateau du côté de Lamanon et par la double ligne d'anticlinaux et de failles qui sont au Sud et vont de Salon à Lambesc.

La molasse entre PÉLISSANE et LAMBESC est sableuse. J'y ai reconnu la présence d'*Ostrea crassissima*, de *Pecten scabriusculus*, d'*Ostrea Boblayei*.

La molasse de SALON s'avance vers le Sud par Saint-Chamas, Istres, jusqu'à la mer, pour rejoindre celle de la Couronne et de Carry, dans le golfe de Marseille. Elle s'appuie sur les terrains crétacés et, plongeant à l'W., disparaît, tout le long de cette bande, sous les poudingues de la Crau, où elle va rejoindre souterrainement celle d'Arles qui plonge au Sud.

COLLINES DE LAMBESC ; LAMBESC A ROGNES

La dépression des TAILLADES où passe la route nationale de Paris à Nice, sépare le plateau d'Aurons des collines de Lambesc. Le sol est généralement formé par la molasse tendre ou safre qui repose sur les têtes des bancs néocomiens avec une inclinaison

légère, indépendante de celle du Néocomien et quelquefois inverse¹. La surface de séparation est perforée et les crêtes formées par les bancs durs sous les délits schisteux sont arrondies. L'inclinaison des lits de molasse résulte en général du simple déversement des sables fins en forme de talus au fur et à mesure de leur apport. La molasse est parfois assez argileuse pour alimenter des tuileries (aux *Carlats*). Quelquefois des cailloux à surface verte sont épars dans le sable. Certains lits sont semés de grains de chlorite. J'ai recueilli : *Pholas* (*Aspidopholas*) *Lamarcki* MATH. (X, 8, 9; *Pecten* (*Equipecten*) *operculare* LINN., cf. v. *tauroelongata* SACC. (XXIV, III, 23), mais avec côtes un peu moins serrées, costule visible entre les côtes principales, *P. Fuchsi*, aux Taillades, conforme à un échantillon du Plan d'Aren et au type de Fontannes. Cette molasse au N. de Lambesc est donc helvétique. Il y a toutefois sur certains points des couches plus anciennes, de faciès différent : vers le château des Taillades le calcaire blanc grossier à *Lithothamnium* est exploité. Le calcaire blanc se retrouve au-dessus des Taillades, à Binet (416 m.) et au Castelas (479 m.), avec *Lithothamnium*, *Pecten præscabriusculus* FONT., *Spondylus gæderopus* (LINN.) var. *Deshayesi* SACCO (I, 8-13). La partie supérieure des deux derniers îlots est un grès grossier, de couleur bise, formé de menus débris de coquilles, avec petits cailloux de quartz blanc. Ces cailloux deviennent libres à la surface du petit plateau de Binet².

L'îlot de BINET est transgressif sur le Néocomien et sur un poudingue calcaire qu'on retrouve à l'W. jusqu'au delà de la route nationale. J'ai rapporté ce poudingue au groupe oligocène d'Aix. L'îlot du Castelas ne repose pas sur le Néocomien, comme je l'avais marqué sur la feuille d'Aix, mais sur un lambeau d'Oligocène, comprenant des marnes et du calcaire qui, amorcé sur la feuille d'Aix, s'étend largement sur celle de Forcalquier, jusqu'à la Roque d'Antheron. Il y a en outre, entre l'Oligocène et le Néocomien qui forme la crête de la montagne, un peu de calcaire et de marne rouge du Danien d'eau douce. J'y ai trouvé *Bauxia*, *Cyclophorus*, *Palæostoa*.

Le Miocène de Binet incline vers l'W. comme pour se joindre à celui des Taillades et il forme avec le Castelas, la chapelle Sainte-Anne et au delà, une chaîne presque continue jusqu'à la Roque, sur la Durance. Les calcaires d'eau douce qui supportent le Miocène sont en contact par faille, avec le Néocomien. Ces

1. A. F. A. S., 1885, fig. 65, 66, 67.

2. Cf. D. MARTIN. C. R. Collaborat. Carte géol., pour 1906, p. 155.

failles se sont produites entre l'Oligocène et l'invasion marine, comme l'indique l'îlot de Binet à cheval sur les deux terrains et je ne doute pas que le Néocomien qui forme la partie N.W. des collines de Lambesc ne fût recouvert par le Miocène qui y montait doucement depuis la vallée de la Durance. D'autre part l'altitude de Binet et surtout celle du Castelas (479 m.) est si voisine de celle du point le plus élevé de la crête néocomienne qui est au Sud (482 m.) qu'on aurait mauvaise grâce à refuser à celle-ci la même couverture miocène. Les collines de Lambesc, tout en ayant une élévation certainement moindre qu'aujourd'hui, pouvaient posséder dès le Miocène un certain relief qui a favorisé au début le développement des *Lithothamnium* à l'exclusion de la sédimentation détritique.

Ici, comme au plateau d'Aurons, le Miocène se retrouve au S. de la région élevée, dans une position verticale dénotant un mouvement postmiocène qui a produit une brusque dénivellation entre les deux régions. La ligne d'affleurement de la surface séparative du Néocomien et du Miocène court, un peu brisée, de Libran à Caire, mais ses éléments principaux sont orientés, comme au S. d'Aurons. E.-1/4 N.E. La molasse est à peu près concordante, suivant cette ligne, avec le Néocomien et en aucun point le contact ne se fait par faille¹.

En descendant de CAIRE vers Lambesc, dans la direction du N.E., on peut établir la série suivante, très complète, des couches miocènes, dans l'ordre descendant.

10 — Terre rouge noduleuse, avec cailloux néocomiens anguleux, dans la partie supérieure..... 8 m.

9 — Calcaire blanc tantôt travertineux, tantôt crayeux :... 10 m.

Au N. du Petit Saint-Paul : *Helix*, *Planorbis incrassatus* RAMBUR = *P. præcorneus* F. et T. Ce dernier est plus petit, plus ramassé, plus ombiliqué, mais ce sont des caractères qui s'effacent avec l'âge.

8 — Marne jaune panachée de gris..... 2 m.

7 — Sable scintillant, piqueté de points rouges, d'autres fois gris, parfois avec marne à la base..... 7 m.

6 — Calcaire jaunâtre semé de quelques grains de glauconie, plein de coquilles brunes (*Cardita Jouanneti*, etc., voir la liste plus loin)..... 1 m.

5 — Grès jaune marneux, fendre..... 1 m. 60

4 — Banc de grands Peignes : *P. scabriusculus* MATH., *P. improvisus* F. et T., *P. Cavarum* FONT., *P. planosulcatus* MATH., *P. subholgeri* var. *cucuronensis* FONT..... 0 m. 50

1. Contrairement à ce que dit Paul Lemoine qui étend la faille de Pélissane jusqu'au delà de Rognes : *C. R. Acad. Sc.*, 21 juin 1909.

- 3 — Calcaire grossier, jaune, formé de menus débris de coquilles, alternant avec des lits de sable glauconieux : pierre de taille. Bel exemple de stratification entrecroisée dans la traverse à l'Est de l'église de Lambesc..... 15 m.
 2 — Sable argilo-sableux..... 50 m.
 1 — Molasse caillouteuse, dure, pouvant être le prolongement des couches à *Lithothamnium* des hauteurs..... 10 m.
 0 — Néocomien.

Fontannes a indiqué ainsi qu'il suit la composition des « terrains néogènes du plateau de Cucuron ». Je numérote de même les couches qui correspondent à celles de la série ci-dessus :

- 10 — Limon rouge à *Hipparion*.
 9 — Calcaire blanc à *Helix Christoli*.
 8 — Marne à lignite.
 7 — Marne et sable fin, sans fossiles, dépôt très constant. 12-14 m.
 — Marne argileuse à *Eastonia rugosa*, *Ostrea crassissima*. 7-8 m.
 6 — Marne grise à *Proto rotifera*, *Cardita Jouanneti*.
 5 à 3 — Calcaire à *Pecten planosulcatus*, grands *P. scabriusculus*, en 3 bancs.
 2 — Marne sableuse jaunâtre (2 de la coupe de Lourmarin à Cadenet).
 1 — Calcaire grossier à Nullipores.

On voit que les deux séries se correspondent parfaitement et généralement sans différence pétrographique notable pour les représentants d'un même terme pris dans les deux localités. La valeur homotaxique des termes de la série de Lambesc se trouve ainsi nettement établie.

A LA COUELLE, au milieu de l'assise 2 particulièrement argileuse, un banc vertical m'a fourni :

Turritella terebralis LAMK. in BAST., I, 14; GRAT. Turrit., I, 1, 2, var. à tours arrondis et var. à tours plats, à peine carénés, suture peu profonde, angle apical aigu; cf. var. *turritissima* SACC., XIX, I, 17.

Pleurotoma (Clavatula) Jouanneti in BELL., VI, 25, mais moins effilé et à carène plus obtuse = *Pl. semimarginata* var. *D.* GRAT. Pleur. I, 15.

Arca Okeni MAY. Journ. Conch., VI, XIV, 7, 8; 1857.

Ostrea crassissima.

Le n° 6 m'a fourni, principalement près de BOISVERT, une faune assez riche qui justifie pleinement l'assimilation de cette couche

aux marnes à *Cardita Jouanneti* de Cucuron. En voici la liste, comprenant aussi quelques échantillons qui viennent de 5.

Balanus concavus BR., au N. du Caire.

Conus (Lithoconus) Mercati BR. var. *subaustriaca* BELL. II, 15 Tortonien.

Ancillaria glandiformis LAMK., atteignant la taille de 5 cm. de longueur réalisée à Cabrières et un peu dépassée à Grund. Les individus ont ordinairement la spire très courte, comme ceux de Pusch, XI, 1. (*A. coniformis*) et ceux du Portugal figurés par Pereira, X, 3, 9, ceux de San-Pau d'Ordal en Catalogne et la variété *dertocallosa* SACCO., XXX, VII, 71-73. Ces variétés massives, à profil triangulaire, sont encore figurées par Cossmann, *Pal. comp.*, 3^e liv., III, 4 (Voir aussi plus loin à propos de Peschière).

Proto rotifera F. et T., XIX, 9, 10.

Tellina (Capsa) lacunosa CHEMN. var. *tumida* BR., XII, 10 et SACCO., XXIX, XXV, 18 et surtout 19. Voir aussi HOERNES, IX, 1 *abc*; mes échantillons sont toutefois plus orbiculaires que la figure de Høernes, c'est-à-dire plus hauts par rapport à la largeur. La dépression postérieure et la sinuosité de la commissure palléale les éloignent aussi un peu de la figure de Høernes pour les rapprocher de celles de Brocchi et de Sacco. J'ai des échantillons plus semblables à la figure de Høernes, venant d'Aspiran (Hérault), dans un niveau qui paraît inférieur.

Lutraria lutraria LINN. var. *angustior* SACCO, XXIX, VIII, 2, 3, mais à peu près 2/3 de la taille de la figure 2; DOLFF. et DAUTZ., XIII, 7, 8. Les échantillons sont bien représentés encore par HOERNES, Y, 7, non 6 (*Lutraria oblonga.*)

Venus islandicoïdes in HOERNES, un peu plus grande de 1/5 environ, plus anguleuse en bas en arrière.

Venus (Circomphalus) plicatus var. *dertonensis* SACCO, XXVIII, X, 23 = *V. Haidingeri* HOERN., XV, 7.

Dosinia exoleta (LAMK.) HOERNES, SACCO. Semblable à un échantillon de Pontlevoy, Boisvert et Caire.

Cytherea (Meretrix, Callista) pedemontana AG. ICON., VIII, 1-4; HOERNES, XVII, XVIII; SACCO, XXVIII, III, 1 = *C. italica* DEFR. in *Pal. Un.*, 67; citée par moi en 1885 sous le nom de *Cyth. Lamarcki*.

Arcopagia corbis (BRN.) SACCO, XXIX, XXIV, 13-16?

A. ventricosa M. DE S., VI, 2 (sous le nom de *Corbis*); HOERNES, IX, 2 (*Tellina*) F. et T. Plus courte en avant, plus développée en arrière que la figure de Høernes et surtout que le type de M. de S., ce qui rend la coquille plus équilatérale; long., 60 mm., haut., 65 mm.

Cardita Jouanneti (BAST.): var. *læviplana* (DEPÉR.) SACCO, XXVII, III, 9-13; avec leurs côtes plates et leurs 95 mm. de largeur les grands échantillons sont identiques à des échantillons tortoniens de Modène.

Mitylus cf. *scaphoides* BRN. in SACCO, XXV, x, 12-14, mais moins grand et un peu moins allongé; diffère du *M. Haidingeri* HOERN., XL, par son sommet moins acuminé, son bord palléal plus arrondi, par sa concavité antérieure dont le sommet est placé plus bas que la moitié de la longueur, en même temps que celui de la concavité postérieure est au milieu de la longueur. Épaisseur du moule supérieure à celle du *M. Michelini* MATH., dont le contour est notablement différent par ses courbures plus rapprochées du sommet. Le *M. suzensis* FONT., V, II, 6, paraît moins arqué.

Pectunculus (Axinea) bimaculatus POLI. var. *taurinensis* SACCO, XXVI, VII, 2. Grands échantillons ayant 115 mm. de longueur, 123 mm. de hauteur (du crochet au bord palléal), 40 mm. d'épaisseur sur une seule valve; un peu obliques et quadrangulaires, à sommet obtus assez saillant. Leur taille les rapproche de *P. pilosus* in HOERNES, II, XL, 1, mais les caractères ci-dessus les en éloignent un peu. Les dents sont assez semblables, mais forment une série plus rectiligne. Sur les surfaces bien conservées, c'est à peine si on peut saisir une indication des côtes au moyen de la loupe; sur les crochets elles sont plus apparentes; une fine striation apparaît dans la région postérieure, peut-être par altération du test. C'est peut-être la même forme que FONTANNES et TOURNOUER, Léb., p. 144, ont désignée sous le nom de *P. glycimeris*.

Pecten (Flabellipecten) planosulcatus MATH., XXXI, 4, 5, atteignant 14 cm. perpendiculairement au bord cardinal.

Pecten (Chlamys) substriatus D'ORB. Prod. 26^e ét., 2409, var. étroite. Cf. GOLDF., HOERN.

P. (Æquiptecten) scabriusculus MATH., XXX, 8, 9; F. et T. XX, 6-8.

P. (Æquiptecten) cavarum FONT.

P. (Æquiptecten) improvisus F. et T., XX, 4, 5. Les caractères des trois dernières espèces varient un peu selon les individus et sont rarement réunis au complet. Certaines de ces variations établissent des passages de l'une à l'autre.

P. (Macrochlamys) solarium LAMK. var. *cucuronensis* FONT., IV, p. 53 = *P. subholgeri* var. *cucuronensis* FONT., III, p. 88. Angle apical plus petit que dans la figure de Høernes, 60, 61, ce qui réduit les côtes à 10 au lieu de 15, tout en leur laissant la même force et le même écartement. Le type de Lamarck a aussi 15 côtes: *Pal. Univ.*, xcvi.

O. italica (DEFR.), *Pal. Univ.*, cxiii = *O. edulis* var. *italica* SACCO, XXIII, I, 1, 2b.

O. Boblayei DESH., Morée, xxiii, 6, 7. Les échantillons que je mets sous ce nom sont, comme les figures de Deshayès, de grande taille (125 × 105 mm.), rondes, ou comme le dit le texte, ovales, avec des côtes rondes, rayonnantes, quelquefois bifurquées, séparées par des sillons assez profonds, les côtes sont moins larges que dans la figure de Hœrnes, pl. lx. Les Huîtres de Lambesc diffèrent du type par leur bord palléal entier et non crépu. D'autre part, *O. lamellosa* in Hœrnes, lxxi, dont ce dernier caractère les rapprocherait, a la surface ligamentaire plus large. On peut aussi les comparer à *O. lamellosa* Br. in Sacco, xxiii, ii, 3, mais elles sont plus rondes, plus aplaties. La variété *taurolamellosa* Sacco est arrondie comme nos Huîtres, mais paraît avoir les côtes moins saillantes.

Reptomulticava (tuberculata?) en petites boules ellipsoïdes qu'on prendrait d'abord pour des galets.

ROGNES

Entre Caire et Rognes, la limite du Néocomien et du Miocène, qui courait jusque là vers l'Est le long des collines de Lambesc, tourne vers le S.E. et les couches miocènes cessant d'être fortement relevées, prennent un léger plongement vers l'Ouest, au pied de la colline néocomienne située au N.E. de Rognes, dont le relief paraît complètement antérieur au Miocène. Entre Rognes et Caire on peut, grâce à d'importants ravinelements, bien observer le safre très développé dans cette région. Quelques petits cailloux roulés y sont disséminés. J'y ai recueilli, vers la CHAPELLE-SAINT-MARCELLIN et RIBES :

Scutella paulensis LAMK., GAUTIER.

Ostrea gryphoides SCHL. in Ziet, XLVIII, 2; Hœrnes, lxxxi à lxxxiii; GOLDF., lxxxii. C'est une variété d'*O. crassissima* à canal ligamentaire large et profond à la valve gauche et bourrelet médian très fort à la valve droite ou libre. Les bandes latérales de cette surface ligamentaire sont étroites par compensation.

O. granensis FONT., variété plate et large, à plis peu saillants; cf. SCHAFFER, VI, 2.

O. tegulata GOLDF., LXVII, 3. Les échantillons de Ribes ont le crochet légèrement opisthogyre, les plis arrondis, bien marqués, les lames débordantes en arrière et surtout en avant du crochet, mais ils diffèrent des figures par le crochet encore plus long, pouvant atteindre la moitié de la totalité de la coquille, les bourrelets le long du canal ligamentaire à peu près égaux et plus régulièrement développés; ils sont d'ailleurs plats. Les échantillons sont plus largement fixés; l'épaisseur la plus grande est au milieu de la longueur et peut atteindre la moitié

de la longueur. Dans un échantillon, les plis sont plus espacés, à peu près comme dans la figure 4 de GOLDFUSS (*O. palliata*).

Cette Huitre rappelle *O. Barroisi* KIL., Andal, p. 712 et xxxiv, 2, par la longueur de son crochet légèrement opisthogyre et par le débordement de ses lames d'accroissement aux abords de celui-ci, mais paraît différer par les plis de la valve gauche que Kilian dit irréguliers, larges et peu distincts, mais malheureusement, ne figure pas.

O. cf. crispata GOLDF., LXXVII, 1 be ; cf. *gingensis* SCHL. in SCHAFER, v, 2,3. Une valve gauche de Ribes, qui aurait environ 13 cm., si elle n'était un peu endommagée, est uniformément plate, bien qu'elle n'offre pas trace d'une fixation très étendue. Les lames d'accroissement sont marquées de plis faiblement indiqués. La cavité générale assez profonde, mais ne pénétrant pas sous le crochet, est entourée par un bord épais. Au milieu d'un large talon, long de 5 cm., s'avance le canal prosogyre, bordé de deux bourrelets presque aussi larges que lui, légèrement arrondis. Impression musculaire, comme dans la forme

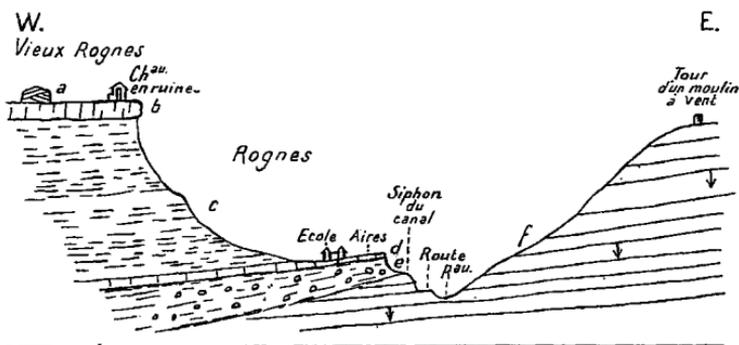


FIG. 3. — COUPE PAR L'ÉCOLE DE ROGNES, AU N. DU VILLAGE.

a, Bloc de calcaire coquillier et molasse, à stratification entrecroisée, sur le plateau qui porte la ruine d'un château ogival ; — b, Calcaire coquillier jaune, compact, homogène, 6 m. ; — c, Alternance de molasse à grain fin et de calcaire coquillier, 40 m. ; — d, Calcaire formé de coquilles littorales triturées, à *Melongena cornuta*, des aires de Rognes, Blocs de calcaire néocomien percé d'*Aspidopholas*, 2 m. ; — e, Molasse à grains très fins (safre), avec blocs roulés néocomiens. Débouché du siphon du canal au-dessus de la route, 5 m. ; — f, Néocomien : calcaire compact, blond, en bancs de 0 m. 30 plongeant fortement vers le Sud.

précédente, grande et rapprochée du bord postéro-inférieur. Le crochet est plus allongé que dans la figure citée de Schaffer, et plus couronné et prosogyre.

Anomia.

Pecten nimius FONT.

Glycimeris Menardi DESH. sp. (*Panopæa*), HOERNES, II, 11 ; DUBOIS IV, 1,2 ; SACCO, XXIX, XII, 4. Je possède aussi cette espèce du safre de Saint-Mitre à l'Ouest de l'étang de Berre, du vallon de Courtète, près Mirabeau. Elle est dans ces deux gisements à peu près au même niveau stratigraphique qu'à Rognes.

Au pied nord-est du village de Rognes, la base du système est moins développée, parce que le dépôt, effectué sur une pente du Néocomien, n'a commencé que plus tard à cause du niveau plus élevé du fond. La coupe qu'on peut relever en partant de là pour aboutir au sommet du monticule du vieux Rognes, couronné par les ruines d'un château du XIV^e siècle, est très intéressante (fig. 3).

La partie orientale de la coupe est formée par le calcaire néocomien blond clair, en bancs de 30 cm. en moyenne, plongeant de 40° vers le Sud. On voit la superposition du Miocène 6 m. au-dessus de la route, là où débouche le siphon du canal du Verdon. Cette formation débute sur le Néocomien par 5 m. de sable *e* de couleur bise, que surmonte brusquement un calcaire tout formé de coquilles littorales triturées *d*. Des blocs plus gros que la tête, de calcaire néocomien peu roulé, toujours percé d'*Aspidopholas*, y sont pris. Sous l'école on voit aussi des cailloux roulés dans la molasse ou safre. Celle-ci augmente d'épaisseur dans cette direction qui est celle de l'Ouest, et aussi vers le Nord. Le calcaire coquillier *d* supporte les aires. Il a environ 2 m. et plonge de 10 à 15° vers le Sud, tandis qu'au Sud du village le plongement nord est très marqué. La formation des dépôts sur les pentes sous-marines suffit à expliquer ces différences de plongement.

Le calcaire coquillier des AIRES DE ROGNES renferme certaines coquilles roulées, mais restées entières. J'en ai donné une liste en 1885. En voici un relevé corrigé et notablement augmenté.

Scaphander lignarius (LINN.), var. *Gratelopui* (MICH.) SACCO, XXII, III, 109 « *testa minor, valde minus inflata, interdum subcylindrica. . .* » ; cette diagnose convient parfaitement à l'unique échantillon de Rognes. Très abondant dans l'Helvétien des collines de Turin. Stries fines, nombreuses, égales, dit Michelotti, qui donne comme taille maxima 22 mm.; c'est à peu près la taille de celle de Rognes. La variété *tarbelliana* de Grateloup paraît semblable à l'échantillon de Rognes.

Conus (Dendroconus) Berghausi MICH., XIII, 9 ; SACCO, XIII, I, 10, 14, 17, var. *propebetulinoides, triangularis* et *glandiformis*. En Italie cette espèce, rare dans l'Helvétien, est surtout ortonienne. Mes échantillons sont de la taille de celui de Michelotti.

C. (Lithoconus) antiquus (LAMK.), SACCO., XIII, III, 14, Helvétien, abondant.

C. (Leptoconus) elatus (MICH.), SACCO., XIII, IV, 15, 16.

C. (Conospirus) Dujardini (DESH.), SACCO, XIII, V, 1 var. *taurostriata* SACCO, *C. antediluvianus* (BRUG.), DUBOIS, I, 1 ; HØERNES, V, 8gh. cité par moi en 1885 sous le nom de *C. tarbellianus*.

C. (Chelyconus) montiscalvus SACCO, XIII, VI, 38. Helvétien.

C. (Chelyconus) læviponderosus SACCO, var. *tauroperlata* SACCO, XIII, VIII, 26. Helvétien.

C. (Chelyconus) avellana LAMK., in HOERNES ; SACCO, XIII, IX, 65 var. *pseudoturbinata*. Helvétien.

Pleurotoma (Clavatula) asperulata LAMK., in HOERNES, XXXVII, 2 ; var. *granulata* SACCO, XXX, XII, 72 ; *Clav. Barbaræ* H. et A, XLVIII, 13. Individus conformes à des échantillons de San Pau d'Ordal (Catalogne). Ligne de tubercules près de la suture, gros, bien isolés, formant une carène très saillante, de sorte que le profil dessine des gradins plus accentués que dans la figure de Sacco.

Pl. (Clavat.) semimarginata (LAMK.). GRAT. I, 15 var. D et I, 26 var. F ; *Pl. carinifera* (GRAT.) BELLARDI, II, VI, 24 ; diffère de la première et de la troisième de ces figures par les flancs moins excavés.

Pl. (Clavat.) cf. *Jouanneti* auct., mais à spire plus courte ; cf. *Perrona Jouanneti* COSSM. Conch., comp., II, v, 2 ; très commun.

Pl. (Drillia) longiuscula BELL., II, III, 34.

Cancellaria scrobiculata HOERNES, XXXV, 1. Les côtes spirales de force alternativement inégale, le quadrillage formé par les côtes longitudinales et les côtes spirales rappellent *Trigonostoma fenestratum* SACCO, XVI, I, 2,3.

Oliva (Olivella) clavula (LAMK.), GRAT., 25-27, BAST., II, 7 ; HOERNES, VII, 1 ; MICHELOTTI, XIII, 6, 6', BELL., III, XII, 30 ; SACCO, XXX, XVII, 43-44 (*Lamprodoma clavula*). Les échantillons de Rognes sont allongés, étroits, atténués en avant. Ils diffèrent par là, plus ou moins, des diverses figures citées. Celle de Michelotti rend à peu près leur forme, mais elle est encore trop massive. Le plus grand échantillon a 40 mm. de long et le dernier tour occupe 28 mm., près des trois quarts.

Voluta (Volutilithes athleta) rarispina in HOERNES ; *V. ficulina* (LAMK.), SACCO, XXX, XIX, 32-35. Les échantillons de Léognan et de Dax ont un profil renflé entre la carène épineuse et le canal antérieur, ils prennent par suite un aspect pyriforme ; ceux de Rognes ont un profil plus rectiligne, une apparence conique. L'ouverture est donc ici moins évasée ; le labre est épaissi, un peu rentrant sur le milieu, ce qui contribue encore à rétrécir l'ouverture. La figure de Sacco, XXX, XIX, 33-35, de Turin, reproduit assez bien, pour la majeure partie des caractères, nos échantillons. Celle de Basterot, II, 1, convient aussi à peu près ; celle de Zittel, p. 279, f. 415, de Gainfahn, rend bien la forme de l'ouverture.

Murex laurinensis MICH., XXII, 2; BELLARDI, VI, 10, caractérisé par sa spire et son ensemble très courts, ses grosses varices; mais le renflement des tours se fait, à Rognes, plus près de la suture.

Melongenena cornuta (AG.) HOERNES, XXIX, XXX. Certains individus ont la forme ovale allongée, d'autres sont courts et trapus et finissent par atteindre la forme générale de la figure de Grateloup (Pyrules) 1, 7. Dans ces échantillons le dernier tour ne présente pas la déclivité entre la suture et la carène épineuse, qu'on peut voir sur la grande figure de Hoernes. Les échantillons de Rognes atteignent les $\frac{3}{4}$ de celle-ci.

J'ai aussi cette espèce de la molasse grise du quartier des Mârrots, à la Tour d'Aigues (Vaucluse) et elle est signalée à Reillane (Basses-Alpes) dans les sables à *Ostrea crassissima*¹.

Cette espèce commence dans les faluns jaunes de Saint-Paul de Dax, à Saucats, se retrouve à Manthelan en Touraine, en Portugal, dans la molasse de Lucerne et de Saint-Gall, au Bolderberg, à Turin, en Calabre, à Grund et Oberkrenzstetten, toujours dans le Miocène moyen; Dollfus² dit : « dans les Bouches-du-Rhône c'est à un niveau peut-être un peu plus élevé (que le Miocène moyen), que nous avons attribué, avec M. Collot, au Miocène supérieur. » Je n'étais pas arrivé à cette époque à la séparation du Miocène des Bouches-du-Rhône en horizons bien définis et aujourd'hui j'attribue la *M. cornuta*, à Rognes comme ailleurs, au Miocène moyen.

Nassa sp.

Ficula (*Pyrrula*) *reticulata* (LAMK.) HOERNES, XXVIII, de la taille de la figure 2, mais un peu plus globuleuse = *P. cingulata* (BRONN) H. et A. XXXV, 3; *P. condita* v. *ventricosa* GRAT. II, 8, 9. Espèce de Grund.

Cassis crumena BRUG., presque lisse, comme *Cypræicassis crumena* var. *pseudocrumena* SACCO, XXX, XX, 3, 4, mais moins allongé et semblable en cela à la figure de GRATEL., 1, 2, 3, dont il diffère d'ailleurs par le bourrelet buccal moins formé et les tubercules sur la carène moins développés.

Pereiræa Gervaisi VÉZIAN sp. (*Pleurotoma*); CROSSE, *Journ. Conchyl.* 1867, XV, p. 464, institution du genre *Pereiræa*; id., XVI, VII, 7; PEREIRA, XXVII, 7; HOERNES, *Ann. d. K. K. naturhist. Hofmuseum.* Bd. X, 1895; KINKELIN, *Jahrb. geol. Reichs.*, 1891, XLI, I, II, pl. V, VI; H. et M., XX, 8-18; COSSMANN, *Ess. paléococh.*, VI, II, 2, 3; J. BÖCKH, *Mitth. a. d. Jahrb. d. k. ungar. g. Anstalt*, III bd, I hft., 1874 (*Geol. Verhält. d. Südl. Th. des Bakony, II Theil*) f. 1; BRIVES, thèse, v. 1., 1897. Comme on le voit, cette belle et extraordinaire coquille a provoqué une iconographie abondante. Mes échantillons sont conformes aux figures, en somme assez concordantes, données par les divers auteurs. Hoernes a recherché soigneusement les affinités de cette espèce et est arrivé à la placer tout près des Struthiolaires. En

1. DEPÉRET. Parallélisme... etc., p. 187.

2. *Bull. Soc. Ét. sc. Angers*, 1887, p. 17.

Catalogne où elle a été d'abord rencontrée (San Pau d'Ordal, Rubi), elle occupe, d'après M. le chanoine Almera, un niveau nettement inférieur à celui de Monjuich à *Cardita Jouanneti* ou de Salles¹. D'après le compte rendu de la réunion de Barcelone² elle monterait jusqu'au sommet du Tortonien. Tournouër³ l'a signalée à Cucuron en compagnie de *Ficula clathrata* et de *Melongena cornuta*, à un niveau inférieur à celui d'*Ancillaria glandiformis* et *Cardita Jouanneti*. D'après ROMAN, thèse, p. 236, Depéret aurait retrouvé *P. Gervaisi* en Languedoc « dans les couches molassiques de la base du 2^e étage méditerranéen ». M. Brives (Terr. tert. du Chélif, p. 133) dit qu'elle existe à tous les niveaux du Cartennien d'Algérie (Burdigalien). En Hongrie on la rencontre au niveau de Grund. De ces indications on peut conclure un âge moyen égal ou à peine inférieur à celui des faluns de la Touraine.

Turritella terebralis var. *fragilis* GRAT., II., 18. Encore un peu plus grêle que les figures relatives aux faluns de Dax, presque cylindrique par suite de la lenteur d'accroissement du diamètre des tours, qui sont d'ailleurs faiblement convexes.

Natica millepunctata (LAMK.) SACCO, VIII, II, 3, var. *Sismondiana*.

N. (Neverita) Josephinia (RISSO) var. *clausodepressa* SACCO, VIII, II, 57.

N. Polinices submamillaris (D'ORB.) SACCO, VIII, II, 62.

Grateloupia irregularis BAST. sp., (*Donax*), IV, 19; HOERNES, XVI, 5; de Léognan, Saucats, Grund. Crochet un peu moins recourbé que *G. donaciformis* DUMOULIN; conforme à Hoernes. Dans le S. W. de la France cette coquille est de l'Aquitanien et du Burdigalien.

Corbula revoluta (BR.) SACCO, var. *taurodepressa*, XXIX, IX, 35.

Vénéridées non identifiées.

Arca cf. *Fichteli* (DESH.) SACCO, XXVI, V, 5, petits échantillons.

Il n'y a pas dans le S.E. de la France de faune de l'Helvétien inférieur aussi abondante, concentrée sur un point et présentant cette richesse en Gastropodes, dont quelques-uns de grande taille. La prédominance de ces animaux, l'absence des Huîtres, des Anomies, des Peignes, l'état roulé des fossiles, l'absence d'argile, indiquent un dépôt formé à une faible profondeur, dans une eau côtière agitée.

En montant des aires (*d* de la coupe) et de l'école communale de Rognes vers la RUINE DU CHATEAU située à l'Ouest, on traverse des alternances de grès tendre semé de grains glauconieux et de

1. ALMERA. Mapa geologico y topografico de la provincia de Barcelona, 1891.

2. B. S. G. F. (3), XXVI, 1898, p. 345 et suite.

3. B. S. G. F., 27 janv. 1879, p. 237 et suite (Mol. Cucuron et Forcalq.)

calcaire tout formé de débris de coquilles, *c*. Cet ensemble a environ 50 m. Les grains de glauconie sont vert-foncé, lustrés, donnent en s'écrasant une teinte vert-jaunâtre et fournissent les réactions du fer et de la potasse. Environ 6 m. au-dessous de la plateforme terminale, un banc de calcaire coquillier, compact, homogène, *b*, repose sur une molasse à grain fin dont la surface est usée, corrodée, durcie et brunie. Quelques coquilles moins brisées, notamment des Peignes associés avec des fragments remaniés des lits inférieurs, forment le premier revêtement du lit décapé. J'y ai reconnu : *Conus turricula* BROCC., II, 7. *Turritella terebralis* (LAMK.) BAST., I, 14. *Chlamys substriata* D'ORB., valve droite. Le bord antérieur montre le commencement de la courbure du *Pecten nimius* FONT. De même entre les côtes géminées commencent à se dessiner les côtes intercalaires de cette espèce. Mais le bord supérieur de l'oreillette antérieure est côtelé radialement, ce qui n'a pas lieu dans l'espèce de Fontannes. Valve gauche à côtes de force alternée, la côte faible plus rapprochée de

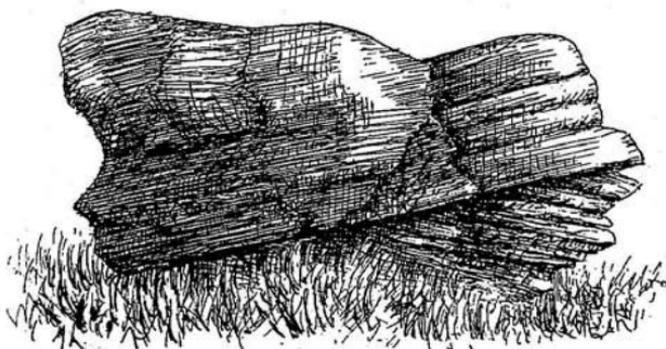


FIG. 4. — BLOC DE QUELQUES MÈTRES CUBES, TÉMOIN D'UNE ASSISE DISPARUE, SUR LE plateau du Vieux Rognes, montrant la stratification entrecroisée d'un lit de calcaire coquillier sur un lit de molasse (C'est le bloc *a* de la coupe 3).

la côte forte qui la suit que de celle qui la précède, du moins dans le milieu de la coquille. *Chl. multistriata* SACCO, XXIV, I, 16 var. *elongata* et 17 *binicostata*, sont les figures qui donnent le mieux une idée de cette forme. *Chl. gloria maris* (DUBOIS) UGOLINI, X, 2, a l'angle apical plus grand et les côtes principales de la valve gauche plus fortes que dans mes Peignes de Provence.

Au-dessus de la plateforme un témoin *a* de bancs plus élevés, subsiste sous la forme d'un bloc de quelques mètres cubes, où l'on peut observer un joli exemple de stratification entrecroisée (fig. 4). La partie inférieure est une molasse fine plongeant légèrement

au Sud. Sur ses lits coupés en biseau s'applique une masse de calcaire coquillier plongeant fortement vers le Nord. Cette forte discordance produite sous l'action du courant pendant la stratification et indépendante du mouvement du sol, montre combien il faut être réservé dans l'interprétation des plongements de la molasse lorsqu'on ne peut pas l'observer sur une étendue suffisante.

A peu près au niveau du vieux château de Rognes correspondent les bancs exploités au Sud du village. C'est une agglutination de menus débris de coquilles triturées par les vagues, constituant une pierre de couleur jaune, poreuse, assez facile à tailler, connue dans la région sous le nom de pierre de Rognes. On n'y trouve guère d'autres fossiles un peu entiers que des dents de Squales. J'y ai reconnue petits *Pecten cavarum*, *P. substriatus*, *Ostr. crassissima*. Un débris d'Hippopotame au Musée de Marseille, un fragment de mâchoire de Ruminant dans la collection de M^{lle} Rostan, actuellement au Musée d'Aix, en proviennent. C'est l'équivalent des bancs 4 à 6 de la coupe de Lambesc.

AU SUD DE ROGNES, on passe à travers de multiples carrières de calcaire coquillier jaune, sous lequel on observe le safre glauconieux signalé sous le château de Rognes, puis un calcaire blanchâtre cellulaire, à moules de coquilles, avec beaucoup de petits galets, par lequel le système repose sur le calcaire blanc d'eau douce, oligocène, dans la vallée de Concernade. Au N. de Fontmarine et des Mauvarres, le calcaire blanc est recouvert par une marne argileuse de couleur claire qui se développe à l'Est, avec *Ostrea crassissima*, en même temps qu'au-dessus de ce calcaire apparaît un grès fin, gris clair ou même verdâtre, qui renferme des *Helix* et des Cyclostomes. Ce safre est le premier dépôt formé au moulin de Saint-Julien, à l'E. de Rognes, en discordance et transgression sur le calcaire et les marnes rouges inférieures de l'Oligocène, sur le Danien à *Lychnus ellipticus* et *Leptotoma Baylei* et enfin sur le Néocomien, les uns et les autres redressés. Il renferme des galets néocomiens.

Ce n'est pas seulement à la limite des dépôts qu'on peut constater la discordance de la molasse avec l'Oligocène. Peu à l'E. de Tournefort, il y a sous les aires des bancs de calcaire blanc oligocène fortement relevés vers le N.N.W. dont les têtes sont arrondies et percées, sur toute leur surface, de trous de lithophages.

Le safre du moulin de Saint-Julien s'amincit et disparaît aux MAUVARRES, où le dépôt inférieur du Miocène est un calcaire blanc marneux rempli d'*Ostrea granensis* FONT., espèce burdi-

galienne dans la Drôme, attribuée au même niveau par Roman¹ dans le Bas-Languedoc. En Algérie, d'après Savornin², cette espèce est encore dans le Burdigalien, à Sidi Aïssa, avec *Pecten Beudanti* et *Chlamys Davidi*. Les figures de Fontannes, VI, IV, 1-3, conviennent parfaitement aux échantillons d'*O. granensis* des Mauvarres par tous leurs caractères, notamment par l'intercalation de côtes d'abord faibles, qui deviennent graduellement égales aux autres, simulant une dichotomie. La forme dominante dans nos échantillons est au moins aussi allongée et acuminée que la figure 2 de Fontannes et atteint 11 cm. de longueur.

Depéret a signalé cette espèce dès l'Aquitanien de la côte de Carry, mais les échantillons que j'y ai recueillis ont les plis anguleux. Dans *O. ventilabrum* GOLDF., LXXVI, 4^a, de Tongres, les plis sont plus gros et un plus grand nombre restent simples; la forme plus large. De Juvignac près Montpellier, j'ai des échantillons bien conformes à ceux des Mauvarres. A Magalas (Hérault), au milieu de formes bien attribuables à *O. granensis*, il y a des échantillons allongés, à plis et lames d'accroissement irréguliers, qui rappellent *O. digitalina* DUBOIS, non Eichwald. L'espèce existe aussi à Léognan.

Dans le calcaire blanc des Mauvarres on trouve encore :

Tapes vetula BAST., VI., 7; HOERNES; *Callitapes vetula* var. *Genei* MICH. in SACCO, XXVIII, XII, 3.

Mitylus galloprovincialis (LAMK.) var. *angustata* (PHIL.) SACCO, XXV, x, 2, de longueur à peu près double de la figure, à bord antérieur moins arqué; bord cardinal postérieur du moule interne rectiligne, pourvu d'un sillon. Diffère de *M. Michelinianus* MATH. et de *M. Haidingeri* HOERN. par le bord antérieur presque droit, du *M. Suzensis* FONT., par le bord postérieur rectiligne et par l'étranglement très marquée de la partie inférieure, la plus grande largeur étant à la terminaison du sillon cardinal, c'est-à-dire vers le tiers supérieur.

Les coquilles terrestres du safre de Rognes sont :

Helix Leymeriei BOURGUIGNAT, Sansan, II, 50?

H. carryensis D'ORB., prodrome, 3^e vol., p. 25, nom substitué à *H. Orbigny* MATH., catalogue, p. 198, pl. 33, f. 10-12 (non WEBB 1839). Cette forme, dont le type vient de Carry, est assimilable à de petites formes des faluns de Touraine tenant de *H. eversa* DESH. par l'ampleur du dernier tour et le débordement du péristome, mais moins grands et surtout moins hauts, rappelant par là *H. turonensis* DESH., types 3.

1. Recherches géologiques sur le Bas-Languedoc, thèse de Lyon, 1897.

2. CR. Acad. Sc., 1^{er} juin 1907, p. 1300.

3. COLLOT. Touraine, formes II (pl. VIII, f. 6) et XIX (pl. XII, f. 23).

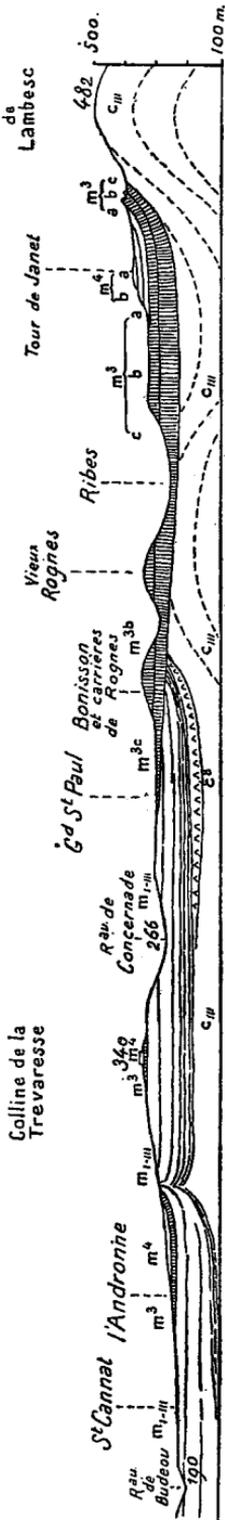


FIG. 5. — COUPE PAR ST-CANNAT, ROGNES, LA COLLINE DE LAMBESC

M_{1-111} , Oligocène (groupe d'Aix de Fontannes) : calc. blanc d'eau douce et saumâtre, et, à la base, marne rouge et poudingue; C^0 , Calcaire à *Lynchus* et marne grise; Danien (étage de Rognac); C_{III} , Calcaire néocomien; M^3 , de l'Andronne et de la Trévaresse: Calcaire coquillier surmonté de marne grise; M^4 , de l'Andronne: Marne blanche et débris de calcaire blanc lacustre, surmontés de terre rouge et cailloux roulés; M^5 , sur la Trévaresse: 1° Poudingue roussâtre; 2° Calcaire brun concrétionné ou blanc et crayeux, parfois fistuleux ou carié; *Planorbis præcorneus*; M^6 , Calcaire blanchâtre rempli de moules de coquilles marines (le grand Saint-Paul), safré à mica blanc et glauconite, avec lits graveleux plus durs, à la base, contre la colline de Lambesc: 80 m.; M^{6a} , 1° Calcaire coquillier ordinairement jaune quelquefois entremêlé de molasse, exploité dans les carrières de Rognes: 25 m.; 2° Molasse grise à grands Peignes (*P. scabrisculus*, *P. planostylatus*) du chemin de Junet, au-dessus de Bois-Vert, et en allant vers Lambesc: 0 m. 50; M^{6a} , 1° Molasse tendre: 1 m.; 2° Molasse noduleuse, jaune: 0 m. 60; 3° Banc dur à coquilles brunes dans une marne blanchâtre: *Ancillaria glandiformis*, *Cardita Jouanneti*, mêmes Peignes: 0 m. 50; 4° Sables très fins entre deux lits de marne: 8 m.; M^b , Calcaire blanc, un peu caverneux, à grand *Planorbis præcorneus*: 10 m.; M^{6a} , Marne rouge et poudingue: 10 m.

H. Michelini MATH., xxxiii, 13-15. Les échantillons que je rapporte à cette espèce sont plus bombés que les précédents et ont le dernier tour proportionnellement moins large. Autant qu'on peut en juger en comparant des moules internes à des tests, ils paraissent semblables à *H. sansaniensis* DUPUY in BOURGUIGNAT, Sansan, II, 25-27. On peut aussi comparer certains individus à *H. moguntina* in SANDBER, Conchyl., xxv, 18^b (non 18) et à des échantillons de Budesheim près Mayence. Voir aussi *H. cf. sansaniensis* in ROMAN, Mioc. du Tage, I, 10, 11.

H. pisum MATH., xxx, 16, 17; rappelant *H. luchsardezensis* BOURG., Sansan, II, 42-44, et SANDB., xxii, 3, mais avec le dernier tour moins haut.

Cyclostoma Serresi MATH., xxv, 24, 25. Rognes est la localité type. Les côtes spirales sont plus fines que les intervalles qui les séparent et, contrairement à ce que suppose Matheron, elles sont recoupées par des costules transversales; les mailles du réseau sont tantôt carrées.

tantôt 2 fois plus hautes que larges. A défaut de tests bien conservés, cela se voit parfaitement sur des moules externes. Cette forme est moins grêle que *C. sepultum* RAMBUR, des faluns de la Touraine; elle ne paraît pas différer de *C. (Tudora) Larteti* (NOULET) SANDB., XXIX, 35.

Le présent travail rectifie la coupe donnée par Fontannes ¹ pour Rognes que cet auteur représente comme posé sur la molasse à *Pecten præscabriusculus*, en concordance avec les sables et argiles bigarrés reposant sur le calcaire crétaé. Il dit même que « la molasse à *P. præscabriusculus* faiblement inclinée couronne les plateaux de Rognes. »

Il n'y a pas de molasse à *P. præscabriusculus* à Rognes, et il a méconnu les étages supérieurs se complétant près de là par le Tortonien et les couches d'eau douce. En outre, le Miocène n'est pas concordant avec les terrains inférieurs, parmi lesquels ne se trouvent pas de sables et argiles bigarrés équivalents de ceux des feuilles d'Avignon et de Forcalquier.

Rognes apporte d'ailleurs des documents intéressants sur l'Helvétien par son importante faune de Gastropodes des aires.

TRÉVARESSE ET PLATEAU DE LA TOULOUBRE

Le Miocène de Rognes s'amincit vers le Sud, ainsi que cela résulte des indications déjà données. C'est encore plus apparent sur les îlots qui jonchent le revers nord de la Trévaresse, car le mamelon marqué 340 m. au S. de Mandin et celui au S. de Ventre, malgré la faible épaisseur de Miocène qui s'y trouve, 20 m. au plus, sont déjà couronnés par le calcaire travertineux d'eau douce (niveau d'*H. Christoli*). Outre les îlots que j'ai marqués sur la feuille d'Aix à 1/80 000, j'en ai reconnu postérieurement un au jas d'Amour, le long de la route de la Calade à Rognes, dans un petit synclinal de l'Oligocène, allongé vers l'Est; un autre vers Félines. L'îlot de Cabanes près Beaulieu est formé de safre blanchâtre à *Pecten rotundatus* (LAMK.) FONT.; *Anomia*; petite *Ostrea granensis* FONT. Tout le revers nord de cette chaîne de la Trévaresse, qui court de Venelles à Saint-Cannat, a été visiblement recouvert, ainsi que son sommet lui-même.

Ici, comme au plateau d'Aurons et aux collines de Lambesc, la chute vers le Sud est brusque, quoique moins profonde. Sur le revers sud de la chaîne, nous trouvons en effet le Miocène

1. B. S. G. F., 1878, pl. (3), VI, iv, coupe 1, et « Terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône », 1881, p. 39.

relevé jusqu'à la verticale, la dépassant même quelquefois, comme au km. 4 de la route de la Calade à Rognes, où le canal du Verdon traverse la route. Il y a ordinairement deux anticlinaux très rapprochés et le Miocène a plus ou moins persisté dans le synclinal intermédiaire (l'Arnaude, le Suy, Rians, Marin). Quelquefois même on la retrouve sur l'anticlinal méridional, et en tous cas elle reparait plus au S. Le Miocène s'étend ainsi en un long plateau continu de Saint-Cannat à la Font dou Teoulé, au N.E. d'Aix. C'est le bassin supérieur de la Touloubre.

La coupe 5 montre la situation près de SAINT-CANNAT, à la terminaison de la Trévaresse. On y observe de bas en haut :

1. — Calcaire blanc d'eau douce, oligocène.
2. — Calcaire coquillier marin.
3. — Marne grise.
4. — Marne blanche et calcaire lacustres.
5. — Terré rouge et cailloux roulés.

Sur la Trévaresse, au point 340 m., la série reprend :

1. — Calcaire blanc oligocène.
2. — Calcaire grossier coquillier.
3. — Marne grise et poudingue roussâtre.
4. — Calcaire travertineux, fistuleux, et même carié comme une cargneule, tantôt brun, tantôt blanc, crayeux, finement pointillé de noir. *Planorbis præcorneus* F. et T.

Vers LA MAGDELEINE, L'ARNAUDE, LA PILE, LES DÉCANIS, on peut observer plus ou moins complètement, selon les points, la série suivante, de haut en bas :

6. — Calcaire d'eau douce carié ou tuberculeux, jaune et brun.
5. — Molasse jaune et brune, à tests de Mollusques, prolongeant le calcaire grossier jaune exploité à Rognes.
4. — Marne grise, verte, parfois rouge, avec nodules de calcaire bacillaire; env. 10 m.
3. — Sable grossier blanchâtre.
2. — Calcaire grossier gris, blanchâtre, caverneux par suite de la dissolution de tests nombreux de Lamellibranches entre les moules internes et externes, 4 m. Il forme aux Decanis un petit anticlinal allongé vers l'Est, qui supporte les maisons du hameau; *Panopæa*, *Tapes*.

1. — Friable à la base, le calcaire précédent passe aux Decanis à un sable blanc peu épais, à la Pile à une marne blanche. Ce niveau paraît être la suite du calcaire des Mauvarres, peut-être en même temps que le précédent.

0. — Calcaire blanc oligocène.

A LA PILE on trouve dans la marne inférieure, n° 1, les fossiles suivants, qui constituent, autant qu'on peut en juger sur un aussi petit nombre, une faune burdigalienne.

Pecten vadasensis D. et R., p. 39 (*P. pharaonis*), p. 87, et III, 2. Les échantillons de la Pile comparés aux espèces décrites jusqu'à ces dernières années montrent un angle apical plus aigu, des côtes plus larges et moins nombreuses que *P. Beudanti*; une forme moins convexe et des côtes plus larges que *P. benedictus*. Sur la grande valve (v. dr.), on peut compter jusqu'à 13 côtes, dont 7 à 8 larges, au milieu, les autres plus étroites, sur les bords. Elles atteignent jusqu'à 13 mm. de largeur pour 6 mm. dans les intervalles, absolument semblables par là et par leur forme aplatie à celle du type.

La valve plate (v. g.) a ses côtes chargées de 3, 4, 5 costules, de sorte que le milieu de la côte est en relief ou en sillon, selon que le nombre des costules est impair ou pair, les 2 cas se rencontrant d'ailleurs sur une même valve. Par cette ornementation ces valves gauches s'éloigneraient du *P. vadasensis* pour se rapprocher du *P. valentinensis* FONT., VI, v, 4-9 et D. et R., III, 5, 6. Les oreillettes portent des côtes rayonnantes recoupées de stries transversales. *P. vadasensis* aussi bien que *P. valentinensis* appartient au Burdigalien.

P. rotundatus LAMK. var. Cette coquille a l'aspect de *P. Kochi* LOCARD, Corse, mais porte sur la valve droite des côtes plus arrondies, moins pincées dans le jeune âge, avec des sillons intercostaux moins larges. Les côtes deviennent très basses et s'évanouissent même dans le tiers extérieur de leur parcours. Les stries d'accroissement sont serrées et visibles seulement à la loupe, dans les intervalles des côtes. La valve gauche présente vers le sommet un bombement irrégulier et plus accentué que dans le *P. Kochi*. On peut rapprocher aussi notre forme de *P. vindascinus* FONT., mais, à la valve droite elle a ses côtes plus étroites que les sillons et moins nombreuses (16 au lieu de 19). Sur le type de Fontannes les côtes ont une tendance à s'effacer au bord, mais dans le Peigne de la Pile, une bande circulaire lisse règne autour de la coquille, tellement cet effacement est prononcé. Sur la valve gauche les côtes sont subquadrangulaires, comme le dit le texte de Fontannes (et non la figure). Les sillons de cette valve sont un peu arrondis, tandis que chez le *P. vindascinus*, leur fond est plat.

Les côtes arrondies de la valve droite, le nombre conforme des côtes, la largeur des sillons intercostaux, m'ont déterminé à rapporter le Peigne de la Pile au *P. rotundatus* LAMK. La forme générale, y compris la saillie des deux valves, la finesse des stries d'accroissement, sont les mêmes que dans les échantillons de la molasse de Vence. Un léger méplat sur les côtes de la valve gauche les rend un peu quadrangulaires et semblables à celle de la variété *dromica* FONT. Les oreillettes des deux valves sont nettement pourvues de côtes rayonnantes à peine recoupées de quelques stries d'accroissement. Angle apical 115°, hauteur 77 mm., larg. 88 mm.

Anomia ephippium (LINN.) var. *Hørnesi* FOR. in SACCO, XXIII, x, 36, 37 = *A. costata* BR. in HØERNES, LXXXV, 2, 5, 6.

Ostrea edulis var. *adriatica* B. D. D., II, II, 5, 6.

O. granensis FONT., VI, IV, 1-3, identique à celle des Mauvarres. Quelques échantillons jeunes, un peu recourbés, rappellent des Huîtres de l'Aquitaniens de Carry par leurs plis serrés et saillants (*O. virgata* GOLDF.). On peut les rapporter à *O. fimbriata* (GRAT.) SCHAEFFER, VI, 6. Il y en a d'ailleurs d'identiques à Léognan, Saucats.

O. aginensis TOURN., B. S. G. F., (3), VIII, p. 292 = *O. crispata* GOLDF., LXXVI, 1 e, f, (non a-d) mut. *provincialis*, n. f. Huître allongée, profonde, à cavité palléale pénétrant sous le crochet. Celui-ci est pointu, à canal ligamentaire long, ordinairement assez profond. Surface ornée de plis distants, irréguliers, peu saillants, remplaçant le fin plissement des lames des Huîtres de l'Aquitaniens de l'Aquitaine, de Carry, de Montpellier. Toutefois certains échantillons de la dernière provenance montrent une tendance à la formation de gros plis espacés. Ce fait joint à la similitude des autres caractères m'a déterminé à rapprocher, au moins à titre de variété, l'Huître de la Pile de celle de Montpellier. De part et d'autre, d'ailleurs, on observe des variations de formes correspondantes. Le maximum de taille à la Pile est inférieur.

Une Huître semblable à celle de la Pile se trouve à Eygalières, quartier de Romarin, sur les bords du canal de Boisgelin. A Suze-la-Rousse, dans les couches à *Amphiope perspicillata*, il y a aussi une Huître à grande cavité s'enfonçant sous le ligament et à plis espacés. *O. digitalina* EICHW., DUBOIS, VIII, 13, 14, des sables de Loibersdorf, à ligament triangulaire et fossette sous le ligament, plis espacés irréguliers, est à rapprocher de l'Huître de la Pile, mais diffère par ses plis moins continus, généralement plus espacés et elle paraît moins creuse.

O. sacellus DUJARD., du Miocène de Touraine, a les côtes plus régulières, plus saillantes, la cavité sous le crochet plus profonde, les bourrelets ligamentaires ordinairement plus plats. Elle reste un peu plus petite. Dans le Pliocène existe une Huître du même groupe, *O. excavata* DESH., MORÉE, XXI, 5, 6 = *O. cucullata* (BORN.) FONT. Invert. plioc., p. 228, var. *Serresi* TOURN. Dans la forme pliocène la surface ligamentaire est plus large, les bourrelets plus plats, la fossette sous le plancher ligamentaire toujours très profonde. Les plis sont généralement plus accentués que dans notre Huître; cependant certains échantillons d'Asti, de Montpellier, ne sont pas plus nettement plissés que certains de la Pile, mais les autres différences subsistent. Notre Huître ressemble beaucoup aussi à l'espèce actuelle du Portugal, *O. angulata*, qui est toutefois plus excavée sous le crochet, à plis ordinairement plus saillants. La forme générale, les variations sont les mêmes: à côté d'individus étroits et allongés, il y en a de courbés, d'autres arrondis, presque aussi larges que longs.

Petits Balanes fixés sur les Peignes.

Quelques *Lithothamnium*.

A COULAVERY la série est la suivante, de haut en bas :

6. — Gravier siliceux, cailloux mal roulés, dans une terre rouge, nettement séparés de :

5 — Terre rouge avec rognons calcaires.

4. — Calcaire marneux brun à Huitres et moules de bivalves divers, moules de coquilles perforantes. Dans les parties peu altérées, le test des Mollusques se détache en blanc.

3. — Marne à concrétions calcaires bacillaires.

2. — Grès blanc friable, à débris de coquilles, 5 m.

1. — Sable siliceux blanc, fin, avec Anomies.

0. — Calcaire oligocène.

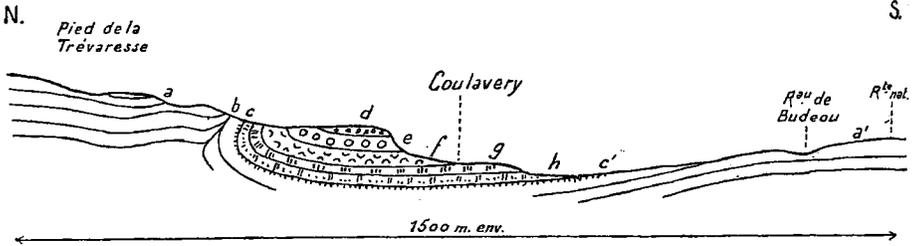


FIG. 6. — COUPE A COULAVERY. — Long. de la coupe, 1500 m. env.

a, a', Calcaire d'eau douce et saumâtre (Groupe d'Aix de Fontannes) formant la Trévresse; b, Petit anticlinal brisé, dans le même calcaire; c, Surface renversée, perforée par les lithophages; d, Travertin et terre rouge, avec cailloux peu roulés; e, Terre rouge avec rognons calcaires; f, Calcaire grossier à *Ostrea Boblayei* et moules de bivalves divers; g, Marne à concrétions calcaires fibreuses; h, Grès blanc à débris de coquilles et sable fin siliceux, Anomies; c', Surface perforée.

La correspondance de cette coupe avec celle de la page 73 est facile à saisir, notamment entre 4 de Coulavery et 5 de la Magdeleine, qui sont la suite du banc à *Cardita Jouanneti* de Lambesc. Ce banc 4 de Coulavery a fourni les fossiles suivants :

Conus Mercati ? moule.

Parapholas et *Lithodomus*, moules provenant de cailloux perforés dissous.

Tellina (Capsa) lacunosa (CHEMN.), moule.

Lutraria lutraria (LINN.), moule.

Pectunculus bimaculatus (POLI) SACCO.

Pecten planosulcatus MATH. valve gauche et valve droite.

P. aduncus (EICHW.) HÆRNES, DEP. et ROM.

P. (Chlamys) substriatus D'ORB. SOW., CCCXCIV (*P. striatus*), valve droite de 72 mm. de hauteur ne montrant pas de côtes intercalées dans les sillons entre les côtes géminées, ce qui l'éloigne de *P. nimius* FONT. Parait identique à *P. multistriatus* (POLI) SACCO, xx, 1, 2^a.

P. cavarum FONT.

P. improvisus F. et T,

Hinnites Dubuissoni DEFR. Dict. Sc. nat., XXI, p. 170, dit : « Valve supérieure chargée de rayons longitudinaux nombreux et tuilés sur les bords; longueur 4 pouces ». La figure de Sowerby, M. C. du crag de Ramsholt, correspond assez bien à mon échantillon, qui est un fragment à côtes bien marquées, plus squameuses que celui de Sowerby et qu'un échantillon de Touraine avec lequel j'ai pu le comparer.

Spondylus crassicosta (LAMK.) HØERNES.

Ostrea Boblayei DESH. Côtes rayonnantes séparées par des intervalles à peu près aussi larges qu'elles, ce en quoi mon échantillon diffère de la planche LX de Høernes. Le bord palléal est entier et non crépé, ce qui est une différence avec le type de Deshayes et avec *O. Boblayei* de l'étang de Diane, B. D. D., II, III, 1, 4.

Heteropora micropora. *Cellepora polythele* (REUSS). *Onychella cupulosa* (REUSS). Je dois la détermination de ces trois Bryozoaires à l'obligeance de M. Canu.

Balanus tulipiformis (ELLIS), *B. concavus* (BRONN), suivant les déterminations de M. de Alessandri.

A l'E. de la route de la Calade à Rognes il n'y a plus de bancs de calcaire coquillier et la puissance des dépôts marins déjà réduite à Saint-Cannat paraît s'atténuer encore, surtout par suite de la disparition des couches inférieures. Voici la succession qu'on peut observer à SAINT-SIMON :

5. — Limon rouge et calcaire concrétionné, roux.

4. — Calcaire blanc, d'eau douce.

3. — Marne jaunâtre ou grise, parfois sableuse, avec farine fossile : *Ostrea crassissima* variété à canal étroit, 5 m.

2. — Marne dure avec un peu de glauconie, cailloux perforés par des Mollusques et des Annélides spionidiens déjà signalés en 1880. Riche faune. Ce petit banc s'observe déjà vers Rians.

1. — Marne et sable gris ou verdâtre reposant sur le calcaire oligocène.

Sur le plateau autour de la Calade le calcaire rougeâtre travertineux qui termine là le poudingue renferme des cailloux plus ou moins roulés, d'origines diverses, entre autres des quartzites bruns. Certains bancs rouges de la formation pontique, à ossements, de Cucuron, passent aussi à la brèche ou au poudingue.

A PESCHIERE près Saint-Simon, la marne caillouteuse n° 2 renferme des coquilles marines ayant conservé leur test et souvent se dégageant bien. Elle rappelle tout à fait par son aspect, comme par la nature des espèces fossiles, la marne à *Cardita Jouanneti* de Cabrières-Cucuron. J'ai donné² la liste des fossiles

1. Descr. géol. env. Aix, 1880, p. 124.

2. Descr. géol. env. Aix, 1880, p. 122.

de ce gisement. Depuis lors j'ai retrouvé des échantillons que je n'avais pas déterminés, j'ai revu toutes mes déterminations, j'ai profité aussi d'une liste, que m'a communiquée M. Depéret, de fossiles recueillis par MM. Curet et Caziot. Aussi la nomenclature que je donne ci-dessous de cette faune est rectifiée et beaucoup plus copieuse que la première.

Balanus tulipiformis (ELLIS) selon M. de Alessandri, S. Simon.

B. concavus (BRON.) DE ALESSANDRI, S. Simon.

Spionidiens : galeries dans les galets.

Bulla truncatula (BRUG.) PHILIPPI, pl. VII.

Lithoconus subacuminatus (D'ORB.) SACCO, XIII, III, 1, 3 (Tortonien).

Dendroconus Berghausi (MICH.) var. *percommunis* SACCO., XIII, I, 16 (Tortonien).

D. Berghausi var. *permucronata* SACCO, XIII, I, 21 (Tortonien) =

Conus cacellensis P. DA COSTA, III. (forme de la figure 5, grosseur de 4).

Genotia ramosa BAST. (*Pleurotoma*).

G. tenuilirata F. et T., XVII, 19, 20.

Clavatula gradata (DEFR.) HOERNES., BELL.

C. cabrierensis F. et T., XVII, 15, 16. A côté de la forme élancée correspondant à ces figures, il y en a une à spire trapue comme la figure 14 (*P. asperulata*), mais à canal court. Certains échantillons sont remarquables par la confluence des granules de la carène superposée à la suture, par la saillie du bourrelet ainsi formé, encore plus forte, et par des flancs plus excavés que *Bellardi*, v, 25 (*Pl. Coppii*) et SACCO, XXX, XIII, 3 (*Clav. gothica*) MAX. var. *inermis* (MYL.). Un échantillon que j'avais d'abord rapporté à *Cl. asperulata* F. et T. peut être correctement assimilé à *Cl. gothica* var. *bimarginata* (MYL.) SACCO, XXX, XIII, 4.

Drillia pustulata (BROCC.) identique à des sujets jeunes de Monte-Gibbio ; est peut-être une forme courte de *Pl. obeliscus* (DES MOUL.) HOERNES.

Ancillaria glandiformis (LAMK.) HOERNES, I, VI, 7, 8 ; BELL., III, XII, 41, 42 ; H. et A., VII, 1 — *Baryspira glandiformis* SACCO, XXX, XVII, 70, var. *angulosoinflata* COSSM., III, I ; — XVII, 71-73, var. *dertocallosa* K. et A., VII, 1, de Woelsau = *A. coniformis* PUSCH, XI, 1 ; — SACCO, XVII, 76, var. *pseudoconus*, mais à partie antérieure moins effilée que la figure et plus semblables à PEREIRA, X, 3 et COSSM, III, 4. Certains échantillons ont la base tout à fait plate. L'ouverture, même dans les échantillons les plus allongés, atteint presque les 2/3 de la longueur totale. Les échantillons de Sacco auxquels les nôtres sont comparables, sont du Tortonien de Stazzano.

Mitra fusiformis (BROCC.) HOERNES, X, 4, 7 ; GRATEL. (Mitres), I, 6.

Murex (*Muricida*) cf. *moravicus* H. et A., XXIV, 14-16, avec la bouche un peu plus arrondie et le canal plus fermé que les figures de H. et A. Par cette fermeture du canal, ressemble à *M. pentodon* F. et T., XVII, 1, mais a les tours ventrus plus fortement et plus près de la suture, le canal un peu plus tordu.

M. dertonensis (MAY.) BELL, I, VII, 12 (Tortonien).

M. Arnaudi F. et T. ?, fragment.

M. af. bicaudatus, gros, renflé; fragment.

M. sp., fragment d'une forme non rencontrée à Cabrières.

Pollia turrita (BORS.) var.

P. exsculpta var. in F. et T. = *P. Tournoueri* FONT.

Columbella porcata F. et T., XIX, 17.

C. turonica (MAY.) F. et T.

Eburna derivata BELL., III, p. 11 (Mioc. sup.) = *Peridipsacus derivatus* COSSM., IV, VIII, 21. Mes échantillons, longs de 37 mm., dont 23 pour le dernier tour, ont 23 mm. de largeur. Ils sont un peu plus allongés que la figure de Bellardi, ont le dernier tour un peu plus haut et la suture un peu moins oblique que les figures 14-18 de Pereira, III. Le dernier tour n'est pas comprimé vers la suture, comme dans les figures de Hoernes, de Pereira; il est régulièrement arrondi, peut-être parce que les échantillons ne sont pas adultes. *Eb. eburnoides* MATH., de Carry, a les tours plus allongés. Mes échantillons sont identiques à des individus du Miocène supérieur du Modenais.

Nassa costulata BROCC.

N. cabrierensis FONT.

N. sallomacensis MAY.

N. cf. cepporum BELL., III, III, 23 (Mioc. moy.).

Erato laevis (DONOV.) variété moins arrondie que *E. subcypræola* (D'ORB.) SACCO, XV, III, 62, et que variété *elongata* (SEG.) SACCO, 65. Ces variétés sont du Tortonien de Stazzano. La figure de Hoernes, VIII, 16, a les tours un peu plus renflés vers la suture que nos échantillons.

Cerithium dertonense MAY.

C. trilineatum PHIL.

C. cf. scabrum OLIVI. Sans varices, à 4 rangs de cordons granuleux recoupés de côtes longitudinales formant des mailles carrées; fusiforme. Long. 9 mm. larg. 3 mm.5. Peschière.

Lacuna Basteroti BRON.

C. Duboisi HOERNES, XLII, 4, 5.

Rissoïna obsoleta PARTSCH.

Natica euthele F. et T.

N. Matheroni F. et T., XVIII, 19, 20.

Vermetus arenarius LINN.

V. intortus LAMK.

V. carinatus HOERNES.

Turritella pusio F. et T.

T. (Archimediella) bicarinata EICHW., x, 23. En général les tours sont moins fortement séparés, à peu près comme dans Hoernes, XLIII, 8, 9, mais avec des côtes peu saillantes; l'antérieure surtout peut s'effacer à peu près complètement, de façon à rappeler les figures de *T. subangulata* in HOERN., fig. 6 et in SACCO, XIX, I, 34, EICHW, x, 22.

T. (Archim.) dertonensis MAY., *Journ. Conchyl.*, 1868, II, 6; un peu plus élancée que la figure de Mayer; c'est la variété *subconica* SACCO, XIX, I, 40; Tortonien.

T. (Proto) cf. rotifera F. et T., XVIII, 21, 22.

T. (Mesalia) cabrierensis F. et T., XVIII, 24; atteint 31 mm.

Scalaria communis.

Ormastraliium fimbriatum (BORS.) var. *ornatissima* SACCO, XXI, II, 13 (de Stazzano).

Adeorbis (Delphinula) striatus BELL. et MICH., var. *tricarinata* WOOD.

Dentalium incurvum BRON.

Lutraria lutraria (L.) var. *augustior* SACCO.

Corbula Escoffieræ FONT.

C. revoluta BROCC.

Gastrana laminosa TURT.

Cypricardia carditoïdes BLAINV.

Venus (Ventricola) alternans (BON.) SACCO, XXVIII, VIII, 26, 28.

V. clathrata DUJ., HOERNES, XIII, 3.

Cardita Jouanneti (BAST.) var. *læviplana* (DEP.) SACCO, XXVII, III, 13; BRIVES, v, 2-6; mêmes dimensions.

C. Partschi (GOLDF.) HOERN., XXXVI, 3 = *C. (Actinobolus) antiquatus* var. *Partschi* (G.) SACCO, XXVII, v, 20, 21. La figure 24 montre des côtes plus éloignées que celles de nos échantillons.

C. Partschi, individus jeunes à partie postérieure un peu étalée, à côtes subépineuses.

C. Partschi, variété bombée, plus courte.

C. scalaris (SOW.) HOERN., XXXVI, 12 = *C. (Actinobolus) antiquatus* var. *rhodiensis* (FISCH.) SACCO, XXVII, v, 11, 12.

Cardium gallicum MAY. ?

Chama gryphoides (LINN.) HOERN., XXXI, 1; SACCO, XXVII, XIII, 1-4.

Arca Noæ (LINN.) HOERN. XLII, 4; SACCO, cf., XXVI, I, 7^h, 11.

A. (Barbatia) candida (CHEMN.) SACCO, XXVI, III, 1.

A. clathrata DEFR.

A. umbonata.

A. diluvii (LAMK.) HOERNES, SACCO, passant à :

A. turonica DUJ.

Lithodomus avitensis MAY.

Pecten improvisus F. ET T.

P. (Chlamys) substriatus D'ORB., Prodr. 26^e étage, n° 2409. Les échantillons du Vindobonien des Bouches-du-Rhône ont les côtes de la valve gauche de grosseurs plus régulièrement alternées que le *P. striatus* Sow., Min. Conch., CCCICIV, 2, 3, du crag, auxquelles renvoie d'Orbigny. Ils sont un peu plus plats et étroits que ceux du Pliocène d'Anvers et d'Angleterre, avec une oreillette droite antérieure plus échancrée. Ils correspondent à HOERNES, LXIV, 2, sauf qu'ils ont l'angle apical un peu plus aigu. Les côtes de la valve gauche moins inégales, les principales moins fortes; les côtes de la valve droite plus régulièrement gémées et égales. Ils diffèrent du *P. nimius* FONT. par l'angle apical plus aigu, par la valve droite à oreillettes costulées radialement dans leur partie supérieure, par l'absence entre les côtes gémées de

la valve droite des larges intervalles où naissent des côtes intercalaires. Le *P. squamulosus* DESH., MOR. XXI, 7-11, a les côtes moins régulièrement alternantes à la valve gauche. Cf. SACCO, I, 17, *Chl. multistriata* (POLI) var. *binicostata* SACCO, et I, 16, var. *elongata* (Loc.) : ces formes sont d'Astigiana.

Plicatula ruperella DUJ.

Anomia ephippium (LINN.) var. *Hærnesi* (FOR.) SACCO, X, 36-37, var. *sulcata*, 31, 34 ; var. *orbiculata*, 12.

Ostrea leberonensis F. et T., XIX, 19-20. Ces Huîtres ont les plis plus arrondis, un peu moins nombreux, moins régulièrement dichotomes, et une surface ligamentaire plus large que le *granensis* de la Pile et des Mauvarres. L'*O. digitalina* de Dubois correspond plutôt à *O. ovalis*, III, III, 15, d'Eichwald et même à *O. foveolata*, fig. 16, qu'à *O. digitalina*, fig. 14, du même. Celle-ci ne paraît pas représentée parmi nos Huîtres.

Un échantillon bombé, par sa forme générale et ses larges plis rappelle dans SACCO, XXIII, II, 2 et 3, les *O. subgibbosa* (D'ORB.) et *lamellosa* (BROCC.), mais il a la valve gauche à peu près plane et non bombée comme l'indique la figure 2^b. A Cabrières il n'y a pas seulement l'*O. leberonensis*, mais aussi des échantillons qui répondent aux figures de *O. digitalina* de Hærnes.

Certains individus, par leur forme générale acuminée et plate, par l'écartement de leurs plis, se rapportent bien à *O. digitalina* EICHW. in DUBOIS, VIII, 13, 14, non EICHW.

O. edulis (L.) var. *italica* SACCO, XXIII, I, 2^b, rappelant aussi *O. edulis* var. *adriatica* (LAMK.) B. D. D., II, II, 5, par ses côtes nombreuses serrées, anguleuses et écailleuses.

O. Boblayei DESH., MOR., XXIII, 6, 7, HÆRN., LXX. Le bord n'est pas dentelé comme dans les types, cela peut tenir à l'usure. La forme très arrondie, d'autre part, ne s'accorde pas avec celle d'*O. lamellosa* figurée par Brocchi et reproduite par Sacco. Le canal et les bourrelets de la charnière sont moins larges que dans la figure citée de Hærnes.

Bryozoaires branchus.

Cupularia umbellata DEFR. (*Lunulites*) = *Discoporella umbellata*, Pal. fr., pl. 717. Correspond bien à la description de DeFrance ; diffère par la disposition des pores de *C. intermedia* MICH. du Pliocène dont il a les fortes rayures rayonnantes de la face concave Peschière.

C. Cuvieri DEFR., F. et T. Peschière.

Colonies globuleuses de *Reptomulticava* (*R. tuberculata* ?)

Hydractinia pliocæna ALLM. in ZITTEL. Traité de paléontol., fig. 198 ; enveloppant une coquille de Gastropode.

Dendrophyllia digitalis BLAINV.

Caryophyllia pedemontana MICH.

Drillia pustulata, *Rissoina obsoleta*, *Scalardia communis*, *Caryophyllia pedemontana*, sont des espèces non signalées à ce niveau.

Vers PUYRICARD, LA CALADE, le Miocène marin est tout à fait réduit. Il consiste seulement en quelques mètres de marnes, avec nodules de calcaires farineux et sables très fins, le tout de couleur grise, avec *Ostrea crassissima* dans la marne. C'est la suite du lot 3 de la coupe de Saint-Simon. Par dessus viennent les calcaires d'eau douce, qui se teintent généralement de rose et cimentent souvent à leur partie supérieure des cailloux variés : calcaires gris et blancs du Jurassique supérieur, silex, quartzites bruns, quartz blancs, et même Huîtres remaniées de la molasse. Nous avons déjà des cailloux semblables dans la couche 6 de Coulavery. Les quartzites et quartz blancs proviennent très vraisemblablement du remaniement du Crétacé supérieur d'eau douce, où ces roches sont déjà à l'état de cailloux roulés. Entre le Grand Saint-Jean et le point 303 m., le travertin compact, gris ou blond, m'a donné :

Bithynia leberonensis F. et T.

Limnea heriacensis FONT., DÉP. et S., 1, 87, 88.

Planorbis Matheronis F. et T., DÉP. et S., 1, 19-25.

Hydrobia (Belgrandia) Deydieiri DÉP. et S., 1, 12-14.

A partir de FONTROUSSE, dont le nom est caractéristique, le Miocène est envahi par les sables rouges, et à la limite orientale du dépôt, vers Saint-Hippolyte, la Chapelle-Sainte-Anne, la Font doù Teulé, c'est la masse entière du Miocène qui est rouge et sableuse. Des lits plus grossiers passent même au poudingue. C'est donc un cours d'eau venu de l'Est qui apportait ces matériaux arrachés au Crétacé supérieur d'eau douce, étendu alors au-delà de ses limites actuelles, par exemple au Nord de la vallée de Vauvenargues.

Tandis que les couches supérieures de la formation rouge de l'Est du plateau de la Touloubre correspondent à l'horizon d'eau douce que nous avons déjà vu se colorer vers Puyricard, la partie inférieure, de teinte moins vive, est d'origine marine, comme l'attestent quelques fossiles ¹ :

Hinnites Leufroyi M. DE SER. Ter. tert., v, 1 ; SACCO., XXIV, II, 9-18. Plus large que long (73 contre 68), avec un grand nombre de côtes rayonnantes presque égales, les principales étant beaucoup moins marquées que dans les figures de Sacco.

Ostrea Boblayei DESH., de taille médiocre.

Modiola cf. *lithophaga*, *Parapholas* ? représentés par des perforations dans le grès fin et le calcaire de l'Oligocène vers Saint-Hippolyte.

1. Voir pour plus de détail : COLLOT, Descr. géol. Aix, 1880, p. 122.

Cette formation littorale déborde l'Oligocène et vient actuellement expirer, presque horizontale, sur le Jurassique supérieur, vers la cote 430 m.

ENVIRONS IMMÉDIATS D'AIX

Le plateau de la Touloubre aboutit au Sud, entre Eguilles et Aix, à des pentes assez raides formées par les affleurements des couches superposées du groupe oligocène d'Aix, contre lesquelles sont ouvertes les galeries d'extraction du gypse. Le bord méridional du plateau est dépourvu de Miocène, celui-ci a été enlevé par les érosions. Mais on le retrouve plus au Sud, l'Oligocène et le Miocène ayant été abaissés ensemble par une flexion, ou pli monoclinale, qui les amène vers le niveau de la ville d'Aix. Cet accident E.W; est bien visible au N. de la ville auprès de l'École normale (quartier Sainte-Eutrope), au pont des Rosses, qui est à droite de la montée d'Avignon, et dans les tranchées du chemin de fer d'Aix à Pertuis. Pour les détails relatifs à ces gisements je renvoie à ma description géologique des environs d'Aix (p. 118 et suiv.). J'ajouterai quelques remarques¹.

Dans la tranchée du chemin de fer, à SAINT MITRE, le Miocène supérieur d'eau douce renferme :

Neritina grasiana FONT., V, I, 5, VI, II, 9-12. Par leur spire presque sans saillie et leur forme transverse, mes échantillons appartiennent généralement à la variété *Escoffieræ*, fig. 12. Le réseau de lignes brunes est très serré, les taches blanches ainsi limitées, très petites.

Bithynia leberonensis F. et T., XXI, 1, 2. DEP. et S., I, 58 (typique).

Bithynella Benoisti D. et D., de Bossée, me paraît différente de la fig. 56 de la pl. I de DEP. et SAYN.

Hydrobia (Belgrandia) Deydieri D. et S., I, 12-14.

AU PONT DES ROSSES

Cyclostoma Serresi MATH., XXXV, 24, 25 a les côtes un peu plus serrées, plus nombreuses partout que celui de Rognes (12 au lieu de 8 entre deux sutures); fine striation transversale visible dans les sillons; péristome continu, à peine évasé.

Cycl. Draparnaudi DEP. et SAYN, I, 83, 84 répond à notre fossile; il est moins régulièrement conique, a les côtes moins larges et plates que celui du même nom de Matheron.

1. Dans la coupe du Mont Perrin, au n° 1, il faut lire pour l'épaisseur du sable : 0 m. 40 et non 9 m. 40.

Helix Christoli MATH.

H. Dufresnoyi MATH. XXXIII, 21-26.

H. pseudocompurcata MATH. XXXIII, 27-29.

Dans le calcaire sableux rose du ROCHER DU DRAGON (propriété Pontier) à *Tragocerus amaltheus* :

Helix Gualinæi FONT., des sables à *Nassa Michaudi* du bas Dauphiné.

Au quartier de SAINT-EUTROPE (École normale, ancien établissement des Frères Gris, butte des 3 moulins), j'ai indiqué la succession suivante¹, contre l'Infralias perforé :

1. Poudingue et grès roux, *Ostrea digitalina*. Les cailloux du poudingue ne dépassent guère 4 cm. de long (et non 4 m., comme on a imprimé).

2. Marne à *Ostr. crassissima*, correspondant à celles de la gare et du Mont Perrin, de la Calade, tandis que *O. digitalina* dans la couche précédente paraît indiquer le niveau de Saint-Simon ou des marnes fossilifères de Cabrières, qui sont également surmontées par des marnes à *O. crassissima*. Toutes ces *O. crassissima* diffèrent de celles du premier niveau par un canal et des bourrelets ligamentaires plus étroits.

3. Poudingue lacustre.

4. Safre rouge. L'assimilation de ce safre avec celui des quartiers hauts de la ville, du cimetière, donnée avec quelque réserve en 1880 doit être pleinement affirmée.

J'ai indiqué comme venant de la molasse marine de ce gisement c'est-à-dire du n° 1, quelques fossiles, dont je reprends ici complètement la mention, en la modifiant.

O. digitalina, in HÖERNES, LXXIII, 4, encore plus ronde que cette figure et passant à *O. Boblayei* DESH. C'est probablement cette Huître que Marcel de Serres (1843), p. 161, a signalée à Aix sous le nom de *O. rugulosâ* M. DE S.

Anomia ephippium (L.) var. *rugulosostriata* SACCO, XXIII, x, 18, 20.

Balanus tulipiformis (ELLIS); *B. perforatus* (BRUG.) d'après M. de Alessandri.

Amphiope perspicillatâ AG. Scut., XI, 6-10.

A la GARE j'ai mentionné, avec *O. crassissima*, une moule, qui est *Mitylus scaphoides* (BRONN) SACCO, XXV, x, 12-14.

AU MONT PERRIN (hospice des aliénés) le *Cerithium Duboisi* HÖERN., I, XII, 4, 5, sans varices, un peu moins grêle et avec granules un peu moins forts que dans ces figures, par suite du rapprochement des

1. Descr. géol. Aix p. 121. V. aussi GOLPIER, B. S. G. F., (3), XXV, p. 188.

sillons transverses, compte 4 cordons spiraux apparents, la suture se faisant sur le cinquième. Les échantillons sont identiques à ceux de Peschière près Puyricard. C'est le *C. coquandianum* MATH, XL, 5, qui n'est pas du terrain à gypse, comme l'indique le texte de Matheron.

Le *C. papaveraceum* du Mont Perrin diffère à peine de son similaire de Pontlevoy par le rang moyen des granulations, sensiblement plus petit que les deux autres. Ces deux Cérithes ont été trouvés à un niveau un peu plus élevé que les Huitres, en nombreux exemplaires, comme vivent aujourd'hui certains Cérithes sur les racines des Palétuviers dans les eaux saumâtres des embouchures. Quelques échantillons ont conservé une coloration sur les cordons spiraux.

Un peu au dessus des Cérithes se sont rencontrés *Helix Gualinoi* FONT. que j'avais cité d'abord comme *H. Christoli* dont il diffère, non par sa taille, mais par sa carène, et *Limnea Heriacensis* FONT.

Il est à remarquer que le gisement de la gare et du mont Perrin, au Sud de la ville, se présente sous le même aspect lithologique que celui de la Calade, tandis qu'au pont des Rosses et dans les tranchées du chemin de fer de Pertuis le sable siliceux et la couleur rouge envahissent même les couches d'eau douce. La courbe limitant le delta sableux dont la colline Sainte-Anne représente à peu près le sommet allait donc du Sud de la ville vers les plâtrières et à l'Est de la Calade, pour se diriger vers Puyricard.

Au N. de la ville on peut suivre le Miocène vers l'Est d'une manière à peu près continue, en se dirigeant vers SAINT-MARC et LA KEYRIÉ. Il repose sur une surface inégale formée par les divers étages jurassiques depuis le Lias inférieur jusqu'au Séquanien, qui occupaient déjà à l'époque miocène leurs positions actuelles et avaient subi des érosions considérables. On peut suivre dans cette direction l'ascension du Miocène sans trace de faille postérieure, du niveau 220 m. (porte Plate forme à Aix) jusqu'à 400 m. vers Saint-Marc. C'est un sable siliceux mêlé de graviers, près de la ville, plutôt uniformément très fin, autour de Saint-Marc. Dans celui-ci j'ai recueilli :

Balanus tulipiformis (ELLIS), *B. cf. perforatus* (BRUG.) selon M. de Alessandri.

Myriozoum truncatum (LINN.) selon M. Canu.

Pecten (Chlamys) substriatum D'ORB.

La crête formée de Jurassique supérieur, qui domine au N. la vallée de Saint-Marc, reste constamment au-dessus de ces dépôts : émergée ou plutôt balayée par les vagues, elle n'a pas été couverte de sédiments; ceux-ci se terminent en biseau sur les

tranches du Jurassique. La légère dépression qui les a reçus s'était formée grâce à la moindre résistance à l'érosion des couches allant du Lias supérieur à l'Argovien, qui sont pour la plupart des marnes.

Au Sud de la vallée de Saint-Marc, le plateau de PEYRIGUIOU, dominait aussi, mais très faiblement, la dépression précédente. La mer y a laissé un épais amoncellement de débris de coquilles triturées par la vague, qui ont été cimentées ensuite par un peu de calcaire cristallin, tandis que les fragments de coquilles sont parfois eux-mêmes dissous. Ainsi s'est formé le calcaire jaune, poreux, de ce plateau. Dans la partie inférieure on trouve quelques coquilles marines roulées :

Lithoconus antiquus (LAMK.) ? de forte taille.

Arca turonica (DUJ.).

A. Noë (LINN.) HÖERN., XLII, 4; SACCO, XXVI, 1, 1, d'Astigiana; un peu plus haute que la figure de Hœernes.

Ostrea sp.

La partie supérieure du calcaire grossier de Peyriguiou est plus rougeâtre et ne renferme que des coquilles terrestres :

Glandina aquensis MATH., XXXIV, 8, 9 (*Bulimus*). Est plus renflée, surtout en avant, que *Gl. inflata* de l'Aquitanien de Mayence et de Tucheritz (Bohême), avec des sutures plus obliques et le sommet un peu moins obtus. Elle est pourvue à l'ouverture d'une lèvre interne ou expansion d'émail sur l'avant-dernier tour, bien développée. Se retrouve dans les calcaires pontiques de Pernes en Portugal, avec un sommet un peu plus obtus : ROMAN, 1, 5. Rappelle la *Gl. rosea* actuelle du Mexique.

Gl. cf. rugulosa SANDBG., XXIII, 33, inscrite dans la Descr. géolog. d'Aix sous le nom de *Gl. galloprovincialis* MATH., est en réalité beaucoup plus étroite que celle-ci. Mêmes proportions générales, même costulation que la figure de Sandberger; en diffère à peine par les deux derniers tours plus allongés; ouverture plus longue. Analogies avec *Gl. dilatata* de Corfou, *Gl. algira* de l'Afrique, parmi les coquilles actuelles.

Helix aquensis M. DE S., Géogn., 1, 17, 18. Grosse espèce mal définie à cause de l'insuffisance de la figure.

H. galloprovincialis MATH. XXXIII, 7-9 = *H. turonensis* DESH.; souvent à l'état de moule interne. Je me suis assuré de l'identité des moules des deux espèces en produisant artificiellement le moule de la deuxième. Toutes les deux sont plus ou moins subcarénées jusque vers le commencement du dernier tour. Voir COLLOT, Touraine, forme VII, pl. ix, fig. 11 et forme V, déprimée, pl. 1, fig. 9. Des échantillons de petite taille feraient penser à *H. Christoli* MATH., mais la bouche est

plus étroite, plus avancée vers l'extérieur. Certains individus, de forte taille, à spire surbaissée, pourraient constituer une espèce distincte.

H. Mendesi ROMAN, Mioc. Tâge, 1, 7-9. des individus analogues à *H. galloprovincialis*, mais gros, à spire haute et conique ou hémisphérique, à péristome saillant, paraissant se rapporter à cette espèce.

H. Beaumonti MATH. xxxiii, 18, 19. La carène me paraît un peu exagérée dans la figure de Matheron.

Cyclostoma Draparnaudi MATH., xxxv, 22, 23. Longueur, 32 mm. ; taille bien supérieure à celle de *C. Serresi*, bouche bordée d'un fin bourrelet, côtes spirales de largeur double à celle des sillons qui les séparent, fines costules transverses. C'est peut-être la forme que M. de Serres a figurée sous le nom de *C. ferruginea*, Géognosie, 1, 4.

Sur le calcaire grossier du plateau de Peyriguiou je n'ai pas observé le calcaire travertineux d'eau douce, mais celui-ci se montre nettement, au-dessus de quelques couches marines, sur le prolongement de ce plateau séparé par la gorge profonde de l'Infernet, au N. de Roqueshautes, vers 400 m. Il existe aussi aux Bonfillons, près Saint-Marc.

Le POINT 376, marqué au N. de la ville, est un mamelon de travertins que j'ai désigné sur la feuille d'Aix de la Carte de France par A^t et qui devrait être noté m³⁻⁴. Le travertin compact, avec pisolithes irréguliers et petits cailloux dans le haut, renferme des Phryganes, des *Typha*, dans le bas. Il repose sur un grès jaune, tendre avec poudingue de cailloux bien roulés, plats, en partie perforés, qui représente le Miocène marin. Le tout repose sur une faible épaisseur de conglomérat et de marne blanche, de l'Oligocène, et finalement sur le Jurassique supérieur.

Si la molasse du N.W. du plateau de Peyriguiou se raccorde avec celle de la ville par quelques dépôts situés à des altitudes croissantes, il n'en est pas de même entre son bord S.W., à 320 m., et les dépôts qui sont au S. de la ville, à 190 m. Je n'ai pas pu voir au pied du plateau de faille nette, dont l'ouverture serait postérieure au Miocène. La conception d'une dénivellation préexistante s'accorderait assez bien avec la différence de composition du Miocène de part et d'autre. Il y a des deux côtés des couches marines à la base, d'eau douce au sommet, mais sur le plateau c'est uniquement un grès calcaire résultant de la trituration des coquilles sur une plage, au niveau du déferlement des vagues,

1. Cette espèce, ainsi que *Bulimus galloprovincialis* MATH., *B. christolianus* MATH., *Helix aguensis* M. DE SERRES, *H. galloprovincialis* MATH., *H. Beaumonti* MATH., *Cyclostoma Draparnaudi* MATH., bien que données par Matheron comme étant de la molasse coquillière, sont attribuées par d'Orbigny, dans son prodomme de Paléontologie stratigr. univers., III, 1852, p. 1, 2, 3, à son étage falunien A (Oligocène); c'est à rectifier.

tandis que du côté de la ville ce sont des sables siliceux avec galets apportés par les cours d'eau dans les parties basses, puis des argiles déposées dans un fond calme.

Les cailloux roulés de plage se montrent à la sortie de la ville le long de la route d'Antibes et le long de la route de Marseille, sur les premières pentes du Montaiguët. Ils sont emballés dans un sable que l'eau d'infiltration a traversé en les oxydant, et ils sont jaunes.

AU MOULIN SAINT-JÉROME ¹ (îlot m³ isolé au S. de la ville) on observe une succession analogue à celle du Mont Perrin, mais avec admission des cailloux dont il vient d'être question, seulement plus usés, plus petits. Sur la brèche rouge et le calcaire blanc du Lutécien à *Planorbis pseudoammonius*, inclinés, on trouve en stratification horizontale :

1. Grès fin, de couleur fauve, avec beaucoup de cailloux roulés et quelques débris de coquilles marines.
2. Marne grise avec *Helix* écrasés, quelques débris mutilés de plantes, très petits cristaux de gypse.
3. Traces de calcaire blanc, d'eau douce.

AU SUD DE LA RIVIÈRE DU LAR il existe divers lambeaux miocènes superposés à l'Oligocène et à l'Éocène du Montaiguët. Ce sont les sables siliceux mêlés de beaucoup de cailloux roulés, parfois aussi des calcaires à menus débris de coquilles. Le fond sur lequel ils reposent est perforé par les Lithophages. Une terrasse horizontale de cette nature porte le nom caractéristique de plaine des dés (plan dei dédaou). Vers la chapelle de Fonscuberte le Miocène peut atteindre la cote 260 m. J'ai recueilli à MALOUESSO :

Ostrea digitalina, in HOERNES, LXXIII, 9 ou *O. leberonensis* F. et T., XIX, 19, 20. Très bombée à l'extérieur, cette Huître a une cavité peu profonde, l'intérieur étant remblayé par les lames d'accroissement. Les plis ronds sont très saillants, comme dans la figure de Fischer et Tournouër, mais sur les côtés on n'observe pas la brusque divergence des plis. On peut aussi comparer cette Huître à la variété *Rohlfsi* FUCHS, Mioc. d. Lybische Wüste, *Palæontographia*, XXX, XII, 1, 2. Celle-ci toutefois a les côtes un peu moins marquées.

Trois îlots en avant-garde vers l'Est ont été signalés par Golfier² le principal à TIRASSE, vers la cote 260 m., consistant

1. M. DE SERRES (Not. s. Provence, p. 46) a donné, dès 1843, une coupe géologique du moulin Saint-Jérôme; elle diffère assez de la mienne, mais l'auteur a remarqué la discordance du Miocène sur le calcaire d'eau douce inférieur.

2. B. S. G. F., (3), XXV, p. 188.

en gravier et poudingue avec débris de coquilles. Nous trouvons encore plus au Sud un îlot que j'ai figuré à VIOLET, près Cabriès, où il renferme *O. crassissima* et *Helix galloprovincialis*, vers la cote 150 m., sur un lambeau d'Oligocène affaissé entre deux failles. Au delà encore ce sont les témoins signalés par M. Fournier au MOULIN BERTHET et au PAVILLON CLAPIER, au S. de Bouc, à 190 m. d'altitude et à SIOUBLANC près Cossimond de la Carte, à 260 mètres, près du milieu du tunnel de la Nerthe et du *sommet de la chaîne*, reposant horizontalement sur le Valanginien vertical¹. Dans la partie W. de la chaîne, sur la feuille d'Arles, l'îlot des VALLETONS découvert par M. Repelin² sert à relier les précédents avec le Miocène de la Couronne. Si ces deux derniers lambeaux sont logés dans des dépressions, et c'est grâce à cela qu'ils se sont conservés, cela tient à ce que les marnes du Valanginien et de l'Hauterivien, qui les supportent, avaient été érodées avant leur dépôt un peu plus profondément que les calcaires voisins. C'est ce qui s'est passé, sur une plus grande échelle, à Saint-Marc.

NORD-EST DU DÉPARTEMENT ET AU-DELA

Je ne reviendrai pas sur ce que j'ai dit³ du Miocène du bassin de la Durance en amont de Pertuis, sauf pour rappeler certains faits ou les rectifier et pour préciser quelques fossiles.

Au S. de JOUQUES le Miocène qui s'appuie sur le pied de Concors rappelle beaucoup celui de Peyrignou. C'est aussi un dépôt de coquilles triturées, fait au niveau du battement des vagues. Quelques coquilles marines ont résisté, par exemple *Arca (Anadara) diluvii* (LAMK.) SACCO, XXV, IV, 5, que j'ai cité antérieurement sous le nom de *A. Fichteli*. Les coquilles terrestres y venaient directement des pentes voisines par le ruissellement des eaux. Outre des *Helix*, qui sont ceux de Peyrignou, il y a *Glandina aquensis* MATH., *Cyclostoma Draparnaudi* MATH.

Il est intéressant de noter la transgressivité de la formation d'eau douce par rapport à la molasse marine de Jouques. Au N. E. du village on voit la première déborder la seconde pour former le plateau de Bèdes à l'Adaouste en s'appuyant directement sur les tranches du Néocomien et du Jurassique nivelés et atteignant la cote 433 m. Au Sud le travertin vient reposer

1. FOURNIER. *Fle. Jeun. Nat.*, 1 déc. 1892, p. 29; *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 938. JACQUEMET. *An. Soc. nat. Prov.*, I, 19 (1907).

2. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 247.

3. *Descr. géol. Aix*, p. 126.

directement sur le Danien et l'Éocène lacustres à Chantemerle, à la Grande Bastide, jusque vers l'altitude de 380 m.

La mer miocène qui a envahi le Vaucluse en même temps que les Bouches-du-Rhône, recevait du côté de l'Est un cours d'eau analogue à la Durance. En effet j'ai signalé à Cucuron, dans les marnes à *Cardita Jouanneti*, des graviers de variolite, roche caractéristique exclusivement du bassin de cette rivière¹. Les eaux descendues des Basses-Alpes ont formé le vaste delta caillouteux du S. W. du département (poudingue des Mées). Des couches à *Ostrea crassissima*, alternant avec des lits à coquilles terrestres, le supportent en concordance dans les environs de Digne², et au N. de Mirabeau on le voit relevé par les mouvements alpins. Il n'est donc pas pliocène, comme je l'avais jadis estimé. Sa formation doit avoir commencé d'assez bonne heure vers Digne, tandis que ses parties récentes débordent dans la direction du S. W. par la progression normale du delta, et se superposent près de Jouques (Pey de Durance), au calcaire à *Helix Christoli* et aux limons rouges supérieurs à celui-ci. Elles atteignent ainsi le sommet du Pontique. Les limons rouges peuvent être considérés comme l'avant-garde des galets charriés par les mêmes courants.

L'influence de la terre émergée se fait quelquefois sentir par l'intercalation de lits à coquilles terrestres dans les sédiments marins. A BAURY, entre Pertuis et la Bastidonne, j'ai recueilli :

Helix carryensis D'ORB. = *H. Orbignyana* MATH.

H. exereta BOURG. Sansan, II, 29, forme peu élevée, à dernier tour ample.

H. Leymeriei BOURG. Sansan, II, 50 ?

H. Michelini MATH., à rapprocher de *H. sansaniensis* DUP. in BOURG., comme les échantillons de Rognes, mais surtout pour un échantillon haut et de taille plus forte.

H. pisum MATH.

Cyclostoma Serresi MATH.

Aux Auquiers, au Suyet, à Rafinel, près MIRABEAU, il y a deux de ces intercalations, la supérieure à l'état de calcaire blanc. J'y ai trouvé :

Helix carryensis D'ORB. = *H. Orbignyana* MATH.

H. pisum MATH.

H. cf. galloprovincialis MATH. avec tours un peu plus ronds et, par suite, sutures un peu plus profondes. Un autre *Helix*, globuleux, diffère

1. Descr. géol. Aix, p. 131.

2. DEPÉRET et DOUXAMI, *B.S.G.F.*, (3), XXIII, 1895, p. 874.

par les mêmes caractères et en outre par la taille sensiblement plus forte.

Glandina cf. *aguensis* MATH., plus ovoïde que le type de Peyriguiou.

Gl. cf. *rugulosa* SANDBG., moins effilée que celle de Peyriguiou.

Planorbis, semblables à ceux de Saucats, désignés par les noms de *Pl. solidus*, *Pl. Mantelli*, *Pl. subpyrenaïcus*, mais avec la face supérieure un peu moins creuse. Les tours sont plus larges et plus dissymétriques que dans le *P. solidus* de l'Aquitaniens de Beauce. Ils s'élargissent moins rapidement que dans *P. præcorneus* F. et T. Atteint 28 mm. de diamètre.

Cyclostoma Serresi MATH.

Ces lits à coquilles terrestres de Pertuis et de Mirabeau nous reportent à un niveau analogue à celui où nous avons trouvé partiellement la même faune à Rognes.

En remontant le Verdon jusqu'à Aiguines on retrouve la transgressivité des formations supérieures d'eau douce, sur les terrains secondaires de sa rive gauche. Au S. du village de MONTPEZAT, une marne ligniteuse située au-dessous du cailloutis, renferme :

Helix Christoli MATH.

Ancylus Neumayri FONT., VI, 1, 16, à sommet un peu plus antérieur que la figure.

Limnea druenticæ DEP. et SAYN., I, 41, 42 ?

Planorbis Matheronis F. et T. (an *Deydieri* FONT. ?)

P. (Segmentina) filocinctus SANDBG.

Bithynia, opercules longs de 4 mm.

A BAUDUEN, dans une situation analogue :

Bithynia leberonensis F. et T., XXI, 1, 2 type et surtout var. *Veneria* FONT., VI, 1, 17, 18; var. *elongata* DEP. et SAYN., I, 56-60.

STRATIGRAPHIE RÉSUMÉE ET COMPARATIVE

J'ai fait ressortir dans le temps le parallélisme du dépôt à *Cardita Jouanneti* de Peschière et celui des couches d'eau douce qui terminent le Miocène des Bouches-du-Rhône respectivement avec les dernières couches marines et avec des dépôts d'eau douce de Cucuron. Mais les calcaires exploités à Rognes, les sables marneux inférieurs, la faune des aires de ce village, restaient comme un grand ensemble confus.

Le tableau ci-après, qui synthétise les documents que je viens de détailler, montre qu'on peut distinguer dans le Miocène du Nord des Bouches-du-Rhône toute la série des étages du Burdigalien au Pontique. Ces assises, de faciès variable selon les lieux,

sont définies soit par leurs positions relatives, soit par des faunes caractéristiques. C'est ainsi que les fossiles des aires de Rognes accusent nettement un niveau helvétien. Les espèces qui y viennent d'horizons inférieurs y sont représentées par des variétés dont l'identification se fait spécialement avec celles de l'Helvétien des collines de Turin figurées par Sacco et non avec celles d'autres niveaux. De même pour les couches que j'ai attribuées au Tortonien, leurs fossiles ont généralement leur représentation la plus précise dans les figures que le même auteur donne du Tortonien typique d'Italie, parfois du Pliocène d'Astigiana. Cette concordance précise d'un certain nombre de formes donne plus de certitude au parallélisme que telles longues listes de noms spécifiques semblables. Au nom de l'espèce on accolait le nom de son auteur, mais cela n'a qu'un intérêt historique et on ne disait pas le degré de conformité des échantillons avec le type ; souvent même ce n'est qu'à une figure d'un auteur intermédiaire, très différente de la figure primitive, que les échantillons avaient été comparés, sans qu'on en fût averti. Dans ces conditions les listes de fossiles sont des trompe-l'œil. Pour avoir de la précision il faut renvoyer à de bonnes figures et signaler les différences qui peuvent exister avec celles-ci.

Dans le tableau ci-joint j'ai laissé de côté la région littorale des Bouches-du-Rhône qui a été bien étudiée par Fontannes et Depéret.

La comparaison du tableau avec ceux qui ont été dressés pour le Vaucluse et une partie des Bouches-du-Rhône par Fontannes, Depéret, pour l'Hérault par Roman¹, permet de saisir l'unité de sédimentation pour chaque âge successif du Miocène, dans le grand triangle qui comprend le Sud de l'Hérault, une bonne partie du Gard, les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse et se prolonge dans la Drôme. Après l'époque où la mer faisant une avancée timide jusque dans la Drôme, avait reçu les sables à *Pecten Davidi* FONT., le calcaire blanc à *Pecten præscabriusculus* s'étendit d'une manière continue des environs de Montpellier jusqu'à Lambesc et du rivage actuel jusque dans la Drôme. La mer gagna même bien au delà, puisque nous retrouvons le *P. præscabriusculus* aux Verrières près Pontarlier, reposant immédiatement sur le Néocomien.

Sur le calcaire blanc se déposèrent ensuite les marnes bleues et les molasses² de l'Helvétien. Le Tortonien et les couches

1. ROMAN. Rech. stratigraph. et pal. dans le bas Languedoc, p. 201 et suiv.

2. Dans le sens minéralogique défini par Brongniart : grès tendre renfermant du calcaire, de l'argile, du mica.

	ARLES, W. DE LA FEUILLE D'AIX.	LANDESC, ROGNES.	SAINT-CANNAT.	PYRIGARD.	AIX.	CHAP.-SAINT-ANNE.
SARMATIQUE ET PONTIQUE		Limon rouge avec cailloux disséminés.	Limon rouge avec cailloux.	Limon rouge passant au calc. concrétionné et au poudingue polygénique.	Calcaire marneux rouge du rocher du Dragon; grès fin, tendre, rougeâtre à l'E. de la ville (La Torse).	Grès principalement siliceux, rouge.
TORTONIEN	Calcaire coquillier jaune d'Istres, Miramas, Pélissanne, le sommet du Vernègues.	Grès marneux sans fossiles. Banc brun à <i>Card. Jouanneti</i> et <i>Ancil. glandiformis</i> . Banc à <i>Pecten scabriusculus</i> . Calc. jaune coquillier du château et des carrières de Rognes, de Caire.	Banc calcaire à fossiles bruns de Coulavery. Marne quelquefois rouge, à nodules de calcaire fibreux.	Marne et sable fin à <i>O. crassissima</i> . Marne dure à petits cailloux, faune de Cabrières, à Saint-Simon, Peschières.	Marne à Potamides et <i>O. crassis</i> . de la gare et du Mont Perrin. Calcaire grossier à coquilles marin. du Peyrignou = grès de Saint-Marc.	Grès rouge ou jaunâtre à fossiles marins.
HELVÉTIEN	Grès fin marneux, micacé (molasse sens. str.) : Saint-Mitre, Istres, Saint-Chamas. Marne grise sableuse : Istres, Pélissane, Aileins.	Safre glauconieux sur Rognes. Lit à Gastropodes des aires de Rognes. Safre de Lambesc et du N. de Rognes; <i>Helix</i> de Rognes.	Calcaire coquillier gris ou blanchâtre. Quelques lits sableux, siliceux blancs (Decanis, Coulavery).			
BURDIGALIEN	Calcaire blanc à <i>P. præscabriusculus</i> et <i>Lithothamnium</i> : W. de l'étang de Berre, Fonvieille, les Baux, Aurons.	Lit à <i>O. granensis</i> des Mauvares. Calc. à <i>P. præscabriusculus</i> , <i>Lithoth.</i> , des Taillades, du sommet des collines de Lambesc.	Marne de la Pile à <i>O. granensis</i> et <i>P. vedasensis</i> .			

d'eau douce qui terminent le Miocène présentent des faciès moins uniformes dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône. Nous les retrouvons dans l'Hérault et si elles manquent dans l'Est de ce département et dans le Gard, cela tient probablement à ce qu'elles ont été enlevées par les érosions.

TRANSSESSION. — Dans les Bouches-du-Rhône la série n'est pas complète partout. L'invasion s'est faite dans le Nord du département en allant de l'W. à l'E. Si l'assise à *Pecten præscabriusculus* qui ne dépasse guère le méridien de Lambesc, est représentée encore par la couche à *Ostrea granensis* des Mauvarres et de la Pile, du moins au delà on ne trouve plus rien qui paraisse correspondre à cet âge. Aux aires de Rognes les premiers fossiles recueillis très près de la base des dépôts, constituent une faune helvétique. Cet étage est encore représenté à l'E. de Saint-Cannat par quelques minces lits de marnes et de calcaire coquillier grossier à Lamellibranches, qu'on retrouve même à Cabannes sur le revers nord de la Trevaresse. Vers Puyricard (Peschière, Saint-Simon), il n'y a aucun dépôt antérieur à l'assise à *Cardita Jouanneti*, elle-même peu épaisse. A la Calade et à Aix ce dépôt fait lui-même défaut et la série, très réduite, commence seulement avec le lit à *Ostrea crassissima* supérieur, dernier vestige du régime marin. Les étapes d'invasion graduelle de la mer miocène se dessinent donc nettement dans les Bouches-du-Rhône. Nous pourrions d'ailleurs allonger la série des transgressions par la base, si nous voulions embrasser tout le département, en rappelant que la mer aquitaniaque était confinée sur la côte de Carry ou envahissait tout au plus le Vaucluse en franchissant notre département par un étroit chenal sur l'axe actuel de la vallée du Rhône ¹. Le long de la côte, les dépôts helvétiques de la Couronne sont de mer plus profonde que les sédiments aquitaniens de Carry. Cela tient pour une part à ce que la mer était toujours plus profonde à l'Ouest qu'à l'Est, mais il y a sans doute encore dans cette différence une part qui provient de l'inégal affaissement depuis l'Aquitaniens.

La transgression s'est poursuivie encore après les formations marines ², puisqu'autour de Jouques le Miocène d'eau douce

1. JOLEAUD. Découverte de l'Aquitaniens marin. — L'Aquitaniens dans le Vaucluse.

2. Je ne vois nulle part sur le terrain une indication de mouvements entre le Tortonien et le Pontien, contrairement à ce que dit M. Joleaud (terrains néogènes du Comtat, p. 91) : « L'une des conséquences finales des derniers plissements miocènes était aussi de refaire de la dépression du Sud-Est une grande vallée que les eaux continentales pontiennes ne tardaient pas à approfondir et à élargir, surtout aux dépens des formations tortonniennes et helvétiques ». Où est la trace de ce ravinement à la base du Pontien ?

déborde les couches marines pour s'appuyer directement sur les terrains secondaires et qu'il en est de même au S. du cours inférieur du Verdon. Le passage du régime marin au régime lacustre ne s'est donc pas fait par un exhaussement général de la région qui aurait circonscrit les eaux dans une cuvette lacustre, à un niveau supérieur à celui de la mer. La séparation des eaux douces et salées a dû se faire par un mouvement de bascule, qui a permis à de nouvelles surfaces de recevoir des dépôts. Le même phénomène s'était déjà produit en Provence à la fin des temps crétacés, où les dépôts d'eau douce de l'âge des calcaires de Rognac débordent largement au N. des couches à Hippurites.

Le régime fluvial a succédé au régime lacustre, mais avant que le niveau de base se fut sensiblement abaissé, les cailloux pontiques de la Durance ont non seulement occupé la vallée de cette rivière mais sont arrivés dans l'W. des Bouches-du-Rhône, à l'état de simples graviers. Ils paraissent avoir contourné les collines de Lambesc par l'W. et se sont répandus du N. au S. suivant une ligne qui va des environs d'Alleins à l'étang de Berre. M. David Martin¹ a constaté leur présence à Casan, au S.E. d'Alleins, vers 200 m. d'altitude, et au S.W., près du sommet de la montagne du Deffend à 256 m. (le sommet est à 309 m. ; on les y trouverait peut-être aussi). J'ai indiqué² leur existence sur le plateau au N. de l'étang de Berre, et aussi au S., vers 200 m.

M. Martin suppose ces graviers étalés par une mer pléistocène à la suite d'un mouvement positif. Comme l'a remarqué M. L. Joleaud³ cette immersion aurait eu une amplitude invraisemblable pour une transgression quaternaire. Je m'en tiens à ce que j'ai admis précédemment, qu'il s'agit là d'alluvions d'âge pontique ayant formé une nappe continue sur le Miocène, avant la dislocation, et descendues la plupart du temps sur les pentes et dans les fonds, sous l'influence du ruissellement. Ce qui a amené M. Martin à attribuer à la mer la dissémination des graviers duranciens, c'est qu'en certains points le quartz laiteux, étranger à la Durance, se mêle abondamment aux éléments dus à cette rivière. Je ne vois dans ces amandes de quartz que le résultat de la destruction de bancs de molasse qui les renfermaient. Pour s'en convaincre il n'y a qu'à visiter l'îlot de Binet (416 m.) au N. de Lambesc, où la molasse renferme des dragées de quartz blanc et est recouverte d'un petit lit de gravier où ces quartz se sont

1. *Bull. Serv. Cart. géol.*, n° 115, p. 151.

2. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 402.

3. *Descript. des terrains quatern. de la plaine du Comtat. Soc. linn. de Provence*, 1910.

visiblement concentrés par la destruction partielle du calcaire qui les englobait. La molasse du Deffend, vers Eyguières, en renferme aussi.

EXISTENCE D'UNE PÉNÉPLAINE MIOCÈNE. — RIVAGE.

La formation d'une pénéplaine par l'érosion subaérienne et par l'action des vagues, avant et pendant le Miocène, a contribué beaucoup à constituer la physionomie orographique des Bouches-du-Rhône. Depuis longtemps j'avais été frappé par les lignes horizontales du paysage qu'on découvre lorsqu'on regarde, des points élevés des environs d'Aix, vers le Sud ou vers l'Ouest. Dans l'Ouest la silhouette anguleuse des Alpilles contraste avec cet aspect de plateau. On pourrait croire que cette orographie est due à l'abondance des terrains tertiaires dont l'horizontalité se retrouverait dans la forme du terrain. Il n'en est rien. Toutes les formations antérieures au Miocène, aussi bien les tertiaires que les secondaires, se relèvent çà et là, quelquefois jusqu'à la verticale, et sont arasées de telle façon que les anticlinaux ne se traduisent souvent par aucun relief à la surface du sol. Des masses importantes ont disparu sur les anticlinaux, par exemple tout le Crétacé supérieur sur la chaîne de la Nerthe. Les racines, souvent verticales, du pli, subsistent seules et cependant, vue du Nord, cette chaîne profile sur le ciel une ligne droite à peu près horizontale, remarquablement exempte, de Septèmes à sa terminaison occidentale, de ces dentelures que présentent ailleurs les couches verticales.

Le Valanginien et même le Jurassique supérieur apparaissent près de Lançon et de Pélissane fortement redressés et entourés d'Infracrétacé plus jeune, et le tout affleure sur une plaine uniforme. Les pentes raides des ravins que l'eau a plus tard creusés au-dessous de cette surface usée et régulière, contrastent par la raideur de leurs pentes avec l'aplanissement général.

En résumé l'horizontalité si nette de tant de lignes de notre paysage résulte de l'existence d'une pénéplaine qui a servi de fond à la mer miocène. Cette surface est privée aujourd'hui en grande partie des dépôts qui l'avaient recouverte.

A l'Est on retrouve un plateau, celui de Peyriguiou, dont la ligne contraste avec la haute falaise de Sainte-Victoire qui la domine ; ce plateau a gardé son manteau miocène. De ce côté d'ailleurs, ce n'est pas seulement Sainte-Victoire qui coupe la ligne horizontale : la barre du Cengle, les hauteurs de Trets, le Pilon du Roi, l'Etoile, les hauteurs de Vauvenargues, Concors, ne présentent à l'horizon que lignes montantes et descendantes. Ces saillies

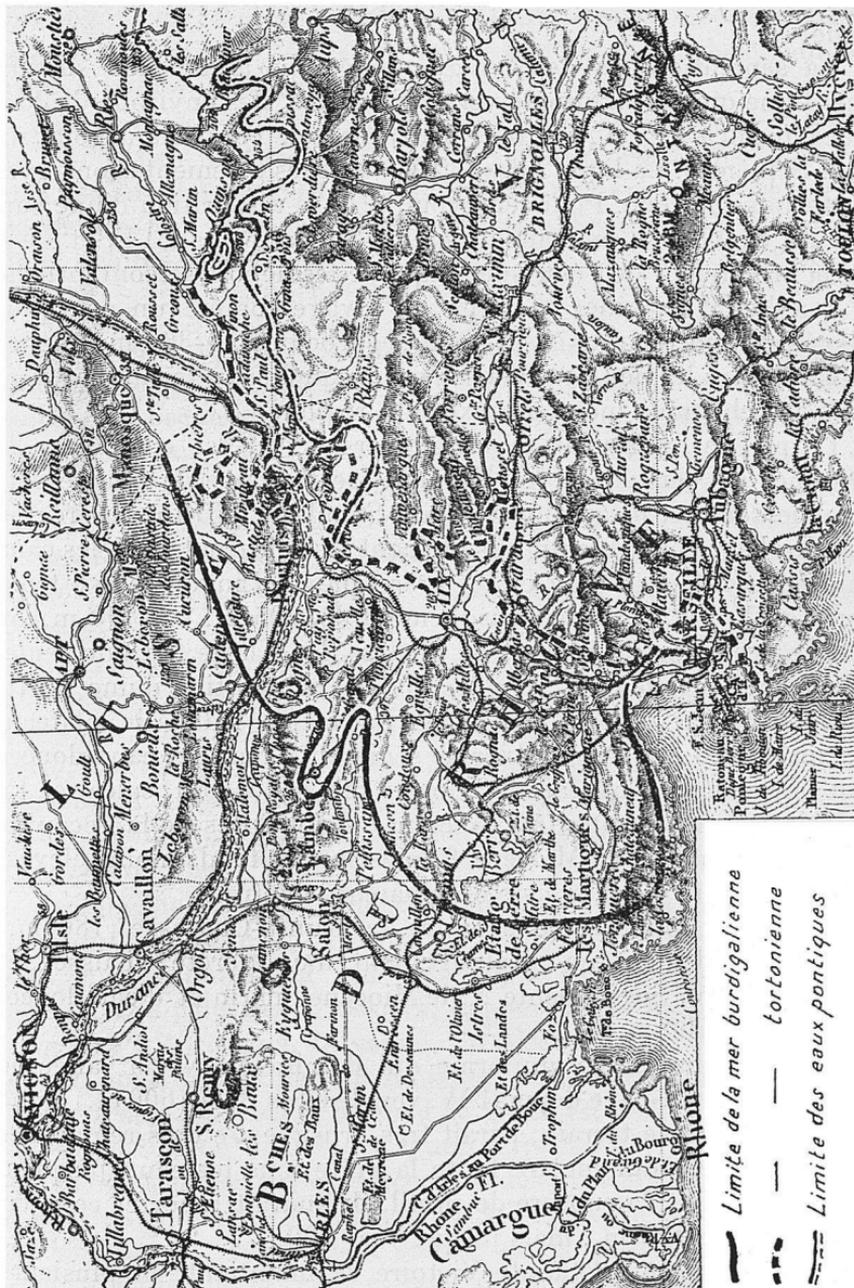


FIG. 7. — CARTE INDICANT L'EXTENSION DES EAUX BURDIGALIENNE, TORTONIENNE ET PONTIQUE DANS LES BOUCHES-DU-RHÔNE.

appartiennent à la région qui n'a pas été occupée par la mer miocène.

La séparation des deux régions s'établit assez bien suivant une ligne qui se maintient vers 400 mètres, des environs de Jouques jusqu'à l'E. d'Aix, puis s'abaisse aux environs de 300 m. vers Septèmes. La ligne laisse à l'W. tous les gisements conservés du terrain miocène. Pour tenir compte de la disparition d'une partie des dépôts qui pouvaient s'étendre encore plus à l'E. et aussi de la profondeur de l'eau sous laquelle les dépôts se sont formés, il y a lieu d'imaginer la ligne du rivage comme un peu plus élevée et reportée plus à l'E. que la courbe de 400-300 m. La mer venait battre le pied des falaises par lesquelles se terminent vers l'W. les chaînons montagneux de la région.

Le pli de Lingouste se dirige vers l'W., est coupé par la Durance au pertuis de Mirabeau et se retrouve de l'autre côté dans le sommet jurassique de Saint-Sépulcre, à 570 m. La région de Mirabeau constitue un ensellement du pli, par lequel les eaux miocènes ont passé. La crête jurassique de Lingouste est tronquée à l'W. et descend brusquement de 605 m. sur 400 m. où elle se perd dans le plateau de Bèdes. Il y a là le fait non seulement de l'ensellement, mais celui de la démolition d'une partie de la crête par les eaux miocènes. La mer a balayé le plateau, voisin de 400 m., sans y fixer de sédiments, mais les eaux douces qui ont succédé aux eaux marines y ont déposé du calcaire. Ce calcaire est en continuité avec celui qui tout près de là, recouvre les dépôts marins du Miocène formés sur les fonds moins élevés. Saint-Sépulcre et Lingouste dominaient le détroit.

Au S. de Jouques, le sommet de Sainte-Confosse (780 m.) s'élève rapidement en prolongement d'une crête abaissée et aplanie à l'W. Sur sa pente N. le Miocène, marin et d'eau douce, monte vers 400 m.

La crête jurassique uniforme qui domine au N. la vallée de Vauvenargues s'élève depuis l'W. vers le Gros Baou (600 m.) d'une façon qui, sur le terrain, paraît très brusque. Je dois remarquer toutefois que, pour mettre toute la crête sous les eaux jusqu'au point où se fait la rupture de profil, il faudrait reporter celle-ci, non à la cote 400 m., mais jusque vers 500.

La crête aiguë de Sainte-Victoire se maintient sur plusieurs kilomètres aux environs de 1000 m. avant d'être tronquée à l'W. en une muraille de plus de 500 m. Au pied de celle-ci le plateau de Peyriguiou s'étend, vers 400 m. d'altitude entre la vallée de Saint-Marc et la gorge de l'Infernet. Et cette brusque dénivellation n'est pas la conséquence d'une faille. Les couches se

prolongent de la crête au plateau, à nu ou recouvertes par le Miocène. Il y a eu 400 à 500 m. de hauteur de roches démolies jusqu'à la falaise actuelle.

Le massif de l'Étoile présente des formes hardies, avec le Pilon du Roi (710 m.), l'Étoile (652 m.), le signal de Septèmes (542 m.), et c'est sur un espace restreint que nous passons de ce massif déchiqueté aux profils nivelés de Simiane, Septèmes et l'ensemble de la chaîne de la Nerte.

En un mot, les chaînes des Bouches-du-Rhône sont telles que si la mer les avait usées et réduites à un niveau moindre dans leur partie occidentale et si leur région élevée s'était avancée en cap et en falaise vers la mer. Celle-ci aurait d'ailleurs pénétré en golfes entre les plaines. Il a dû ainsi y avoir un golfe de Jouques, un à l'W. de Concors, un dans la vallée de Saint-Marc et Vauvargues, un autre dans la vallée du Lar, un golfe de l'Huveaune. L'érosion a fait généralement disparaître les dépôts formés dans ces golfes.

La transgressivité des dépôts miocènes au voisinage de la ligne de rivage que je viens d'esquisser, sur les têtes de couches diverses, leur passage même sur certaines failles, montrent l'antériorité des mouvements les plus importants qui ont affecté cette région par rapport à la période miocène¹. C'est en vertu de ces mouvements que s'était constitué le relief limitant et dominant la mer miocène.

Le long de la ligne sinueuse que nous venons de définir, des environs de Jouques à ceux de Septèmes, divers caractères des dépôts confirment que cette ligne est voisine de celle du rivage. Les calcaires grossiers, dépourvus de marne, formés de coquilles triturées par la vague, du pied de Concors, de Peyriguiou, sont des formations de plage sous-marine. Les coquilles terrestres de Mirabeau, du pied de Concors, de Peyriguiou, sont en rapport avec l'existence d'une terre à l'Est. L'invasion des sédiments par des sables siliceux et des graviers au N. et à l'E. d'Aix, par des galets de plage au S. de la ville et sur les pentes du Montaignet, témoignent encore de la proximité du rivage. Dans la vallée de la Durance nous voyons aussi venir des régions orientales les galets des Mées, précédés par le limon rouge du Léberon. Les limons ont été portés au loin, soit sur les formations

1. Voir les coupes données dans : Descr. géol. Aix, II, 1, 2, 3, 4; III, 1, 2, 3, IV, 2, 4, 6; Descript. mioc. Aix; Diversité mioc.

marines, soit directement sur les terrains secondaires de la région littorale, puis à mesure que le delta caillouteux progresse, ils sont eux-mêmes recouverts par le poudingue.

Ainsi la ligne de rivage, de l'époque miocène à nos jours, paraît s'être abaissée de 400 m. pour Jouques, de 300 m. par rapport à la Nerfe et aux environs de Septèmes. La vallée du Lar occupe une position intermédiaire et nous devrions nous attendre à y rencontrer le Miocène entre 400 et 300 m. Les lambeaux les plus élevés qui y sont connus n'atteignent pourtant que 260 m. à Tirasse et à Fontcuberte. Mais le golfe s'avancait peut-être assez loin à l'E. et les grandes érosions qui se sont produites dans le bassin ont fait disparaître les témoins extrêmes. L'idée d'un affaissement local post-miocène au S. de la rivière du Lar paraît devoir être écartée. On aurait pu penser que l'îlot situé au N. de Cabriès est descendu avec l'Oligocène qui le porte, entre deux failles, à une époque postérieure au Miocène. Mais les îlots peu éloignés, de Violès et du moulin Berthet, à l'E. de Cabriès, sont à peu près à la même altitude de 190 m. et reposent sur l'Éocène inférieur et sur le Danien supérieur. L'affaissement de l'Oligocène au niveau de ces derniers terrains et le nivellement du sol sont donc antérieurs.

RECONSTITUTION DU FOND DE LA MER MIOCÈNE. MOUVEMENTS POSTÉRIEURS

Qu'était le fond de la mer à l'W. du rivage que nous venons de définir ? Pour étudier cette question, il me paraît plus commode de suivre un ordre inverse de celui que j'ai d'abord adopté, c'est-à-dire d'aller du S. au N.

La Nerfe avait déjà pris sa position relative à l'époque miocène et les formations de cet âge se développèrent au S. de cette chaîne, dans le golfe de Marseille, à un niveau inférieur à celui qu'elles avaient au N. Dès l'époque aquitaniennne cette région était déprimée et plus tard c'est en partie grâce à cette différence de profondeur que les calcaires de la Couronne prirent un faciès de mer plus profonde que les dépôts situés au N. Pendant la transgression vindobonienne la chaîne a été submergée et elle a constitué avec les terrains situés au N., jusqu'à une grande distance, une surface à peu près plane qui fut le fond de la mer. Les inégalités actuelles sont le fruit des ravnements ultérieurs.

Le vallon des Pennes, entre la chaîne de la Nerte et le plateau situé à l'E. de l'étang de Berre n'est qu'un sillon creusé dans des couches verticales tendres. Il a pu être légèrement amorcé avant le Miocène, comblé par les sédiments, déblayé après l'émergence et enfin creusé jusqu'au niveau actuel. Le bord du plateau qui vient ensuite est à 248 m. près des Pennes, oscille autour de 220 m. et atteint 270 m. sur Saragousse à l'E. de Rognac. Vers *Ventabren* nous avons 263 m.

La grande dépression dont l'*Étang de Berre* occupe le fond est le résultat, après enlèvement du Miocène, du déblaiement par différents cours d'eau des calcaires éocènes, des marnes rouges, des grès tendres du Crétacé supérieur; l'érosion a été d'autant plus active que la mer, l'étang ensuite, ont fourni pour les torrents locaux un niveau de base très inférieur tout en étant très rapproché dans le sens horizontal. Le déblaiement ne s'est fait qu'après l'exhaussement post-miocène et rien n'indique qu'à l'époque pliocène il fut accusé suffisamment pour permettre la pénétration d'un golfe. Je pense que la carte de Fontannes (Mollusq. plioc. de la vallée du Rhône, 1879-83) est à corriger sur ce point.

Le fond de la mer miocène descendait doucement à l'W. de l'étang de Berre; vers Saint-Mitre le Miocène sur le Crétacé d'eau douce n'est plus qu'à 120 m. C'est parfaitement en harmonie avec l'abaissement de la chaîne de la Nerte de l'E. à l'W., où le Miocène qui était à 260 m. à Cossimond, se retrouve au-dessous de 100 m. au S. des Martigues. Entre Fos et Saint-Chamas, le Miocène atteint même le niveau de la mer, en même temps que sur toute la ligne de Fos à Salon, à l'W. de l'étang de Berre, il s'enfonce sous le cailloutis de la Crau.

Revenons à la ligne de Lestaque à Lambesc. Au N. de *Ventabren* est la coupure post-miocène faite par la rivière du Lar, mais, au delà, nous retrouvons le plateau formé par l'Urgonien et le Néocomien avec 287 m. à l'E. de *Coudoux*, 306 m. au signal de la *Cordière*, 234 m. au S. de *Lambesc* (Bertoire). A Lambesc nous atteignons une dépression, car nous sommes à 200 m., malgré une certaine épaisseur de molasse. La dépression était limitée au S. par le Néocomien arasé à un niveau peu supérieur aux dépôts miocènes existants et percé de Lithophages au contact. Du côté nord les changements qui se sont produits après le Miocène ne permettent pas de préciser aussi bien la situation de l'ancien fond de mer. Comme je l'ai exposé, la molasse se redresse fortement le long du pied des collines de Lambesc et pour remettre le Néocomien dans la position et la forme où il était à

l'époque miocène, il faudrait étaler le pli formé et enfoncer les collines de Lambesc de 200 ou 300 m. De même pour rétablir le fond primitif, il faudrait abaisser de 200 m. environ le plateau d'Aurons, du moins dans sa partie méridionale.

Entre le plateau d'Aurons et les Alpilles, la montagne du Deffend (309 m.) est formée de molasse plissée et postérieurement affaissée au-dessous du plateau d'Aurons.

Le point culminant de la chaîne des Alpilles¹ est au N. W. d'Eyguières et atteint 492 m. Il pouvait avec la Chaume (386 m.), former une île, mais pour le surplus, le massif devait être submergé, car c'est à peine si quelques points dépassent 300 m. Ils se raccordent facilement avec le plateau des Plaines (304-220 m.) qui prolonge le massif vers Orgon, et qui est manifestement un morceau de pénéplaine miocène dépouillé des sédiments de cette époque. Aux Baux, le Miocène horizontal subsiste à 223 m. et, au mont Valence, par 236 m., il domine le Crétacé situé au N., sur lequel il devrait manifestement se prolonger pour rejoindre le Miocène incliné de Saint-Rémy. Autour de l'extrémité ouest de la chaîne, le Miocène plonge de tous côtés à l'extérieur de celle-ci. Ce plongement est assez marqué pour faire penser qu'il y a eu un bombement de la surface miocène postérieurement aux dépôts. Le relèvement post-miocène des Alpilles est d'ailleurs très nettement affirmé par l'accident violent d'Aureille, où le Miocène est vertical, par 112 m. d'altitude, sur le bord septentrional de la Crau.

La chaîne s'abaisse graduellement à l'W. vers la dépression du Rhône, comme le fait la chaîne parallèle de la Nerthe.

Occupons-nous maintenant de quelques régions à l'E. de la ligne d'abord suivie, de Lestaque à Lambesc. La colline néocomienne au N. E. de Rognes émergeait légèrement (sommet actuel à 472 m.).

Le plateau de la Touloubre représente bien une portion du fond de la mer miocène, que prolongeait vers le N. l'emplacement de la Trévaresse. Postérieurement, celle-ci a pris un relief plus élevé de 200 m. dans sa partie médiane. La direction Est, quelques degrés S., de cet accident, est parallèle à la ligne qui joint le Néocomien de Meyrargues à celui de Rognes. Il pouvait y avoir sur cet emplacement un pli antémiocène qui a joué de nouveau après le Miocène. Ne serait-ce pas à un mouvement posthume de ce genre

1. Signal des Houpies de la Carte, qui devrait être écrit *Aupillos*, ou en francisant, *Alpilles*, nom qui s'applique d'ailleurs à toute la chaîne dénommée Alpines par la Carte.

que serait dû le tremblement de terre qui a dévasté la région voisine, le 11 juin 1909, et celui moins important de 1910 ?

Au S. du plateau de la Touloubre une petite faille surélève d'abord l'Oligocène sur le tunnel du chemin de fer au S. de la station de la Calade, puis un mouvement plus important fait descendre les terrains et incline le Miocène le long des pentes au N. W. de la ville d'Aix. La flexion dégénère en faille au N. de la ville, mais l'accident est en partie antérieur, car l'Infralias qui supporte le conglomérat de la base de l'Oligocène (groupe d'Aix) a été perforé par les Mollusques miocènes, sur la paroi surélevée de la faille.

Les accidents précédents sont parallèles à la Trévaresse.

En résumé, la mer miocène a envahi d'abord à l'W. de Marseille la région située au S. de la côte actuelle, dès l'Aquitainien. En même temps elle paraît, d'après les recherches de M. L. Joleaud, s'être avancée, suivant l'axe de la vallée du bas Rhône, jusque dans le Vaucluse, à Vaqueyras. A l'époque burdigalienne son emprise a été plus large à la fois vers le N. et vers l'E., elle a gagné de larges surfaces dans le Vaucluse, elle a dépassé le méridien de Lambesc sur la rive gauche de la Durance et elle paraît avoir poussé un petit golfe un peu au delà de Saint-Cannat.

La pénéplaine comprenant la chaîne de la Nerte, l'emplacement de l'étang de Berre, les plateaux au N. de l'étang, la Trévaresse et les environs d'Aix, les environs de Jouques, n'ont été occupés que plus tard et graduellement, par les eaux. C'étaient là les parties les moins profondes¹. Au milieu de cette mer, des récifs émergeaient : une faible partie des Alpilles et, toute petite, la colline néocomienne à l'E. de Rognes. Le terrain néocomien et l'Oligocène du groupe d'Aix étaient immergés au N. de Lambesc et vraisemblablement aussi sur l'emplacement du Leberon.

Après le Miocène, les Alpilles, le plateau d'Aurons, les collines de Lambesc, ont subi un exhaussement manifesté par le redres-

1. La carte de M. Depéret (Classification et parall. du syst. mioc., p. 185) est donc à modifier, le 1^{er} étage méditerranéen ne dépassant guère le bord ouest de l'étang de Berre et s'arrêtant assez loin à l'W. d'Aix. J'em'inscris également en faux contre la carte donnée par M. Repelin dans sa « Formation progressive du relief de la Provence », publiée par la Soc. de Géogr. de Marseille en 1898, où il représente la mer tortonienne comme moins étendue que la mer helvétique. En revanche il faudrait sur cette carte reporter bien à l'Est la limite de la mer burdigalienne. De même je repousse l'affirmation de M. L. Joleaud dans sa « Vue générale, etc. », p. 467, disant que « l'Helvétien inférieur correspond au maximum d'extension transgressive des mers miocènes dans le Comtat, connu dans tout le S.E. de la France ». Cela résulte de ce que j'ai dit dans le présent travail.

sement à la verticale de la molasse à leur pied sud. Un anticlinal accessoire a en même temps bordé, aux Birons, le plateau d'Aurons. Le pli de la Trévaresse, le pli-faille qui commence au S. du plateau de la Touloubre et se poursuit jusqu'à Saint-Eutrope, au N. d'Aix, se sont formés en même temps. Il y a eu aussi un mouvement général d'exhaussement vers le N.E. amenant le creusement des vallées où la mer pliocène, par suite d'un mouvement positif, est venue déposer ses marnes au pied des collines miocènes respectées par l'érosion précédente.

LES NAPPES DE CHIARRIAGE DES ALPES CALCAIRES SEPTENTRIONALES

PAR **Émile Haug**¹.

3^{me} PARTIE. — *Le Salzkammergut.*

PLANCHE I.

SOMMAIRE. — Introduction. — La dépression de St. Wolfgang-Ischl. — La dépression d'Abtenau. — La dépression de Gosau et la fenêtre de Hallstatt. — La dépression de Goisern et d'Aussee. — La dépression de Mitterndorf et de Liezen. — Conclusions.

INTRODUCTION. — Six années se sont écoulées depuis la publication, dans ce *Bulletin*, de la première et de la deuxième partie du présent mémoire sur *les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales*. D'autres occupations m'ont contraint à retarder jusqu'à ce jour la rédaction et la publication de la troisième partie, consacrée plus spécialement à l'étude du Salzkammergut. J'ai pu cependant, à trois reprises, en 1906, en 1908 et en 1911, consacrer plusieurs semaines à explorer ce coin incomparable des Alpes autrichiennes².

Le Salzkammergut n'est ni une région naturelle, ni une division administrative. C'est un district minier, où le sel est exploité depuis la plus haute antiquité. Il chevauche sur la principauté de Salzbourg, sur l'archiduché d'Autriche ob der Enns ou Haute-Autriche et sur le duché de Styrie. C'est un segment des Alpes calcaires septentrionales qui empiète, à l'Ouest, sur les Alpes de Salzbourg, à l'Est sur les Alpes de la Haute-Autriche. La limite conventionnelle entre ces deux groupes de montagnes est constituée par la coupure transversale de la Traun, et le bassin hydrographique de cette rivière est entièrement situé dans le Salzkammergut. J'ai déjà parlé dans la deuxième partie de ce mémoire du massif de l'Osterhorn et des montagnes de Golling. Leur bord

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. Au cours de mes voyages successifs j'ai eu l'agrément d'être accompagné dans une partie de mes excursions par plusieurs amis ou élèves : MM. Maurice Lugeon et Fr. Jaccard (1903), Arnold Heim et J. Boussac (1908), J. Wehrlin (1911). Je leur dois mainte observation intéressante et tiens à leur en exprimer toute ma reconnaissance.

oriental me servira aujourd'hui de limite occidentale. Je ne m'occuperai qu'accessoirement, dans cette troisième partie, des montagnes situées à l'Est de la coupure de la Steyr. Je laisserai également de côté, pour le moment, le versant méridional du Tenner Gebirge et du massif du Dachstein. La région dont je vais aborder l'étude tectonique est presque en totalité comprise dans la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique à 1/75 000 de l'Autriche. Il est à peu près indispensable que le lecteur du présent travail ait ce document sous les yeux.

Le Salzkammergut a fait l'objet d'innombrables travaux géologiques. Pour toute la période antérieure à 1903, je renverrai à la liste bibliographique publiée par E. Kittl¹ en cette même année et qui comprend 184 numéros. Je ne citerai donc, dans la liste bibliographique qui va suivre, que les ouvrages qui ont été omis dans cette liste ou qui sont postérieurs au mémoire de Kittl. D'ailleurs, les travaux antérieurs à 1903 ne renferment que tout à fait exceptionnellement des renseignements utilisables pour une étude tectonique de la région.

Le premier mémoire donnant un aperçu général sur la Stratigraphie et la Tectonique de tout le Salzkammergut est le Livret-guide publié par E. Kittl (2) à l'occasion du Congrès géologique international à Vienne, en 1903. Il renferme une carte géologique à 1/200 000, basée sur les levés, alors inédits, de la k. k. geologische Reichsanstalt et sur les observations de l'auteur. Jusqu'en 1905 c'était la seule carte géologique que nous possédions du Salzkammergut. Elle m'a rendu les plus grands services lors de mes premiers voyages. J'ai eu, de plus, la bonne fortune d'accompagner M. Kittl pendant les derniers jours de l'excursion qu'il a dirigée avant le Congrès. C'est à la suite de cette excursion que j'ai entrevu la possibilité d'expliquer la Tectonique d'une partie des Alpes calcaires septentrionales par l'hypothèse de plusieurs nappes superposées, originaires du Sud.

Quelques semaines après la publication du Livret-guide paraissait, dans l'ouvrage intitulé *Bau und Bild OÖsterreichs*, un aperçu de la géologie du Salzkammergut, dû à la plume autorisée d'Edm. von Mojsisovics (3). A défaut d'une monographie tant de fois annoncée et qui n'a jamais vu le jour, cette note résume les vues d'un géologue qui a consacré la plus grande partie de son existence à l'étude détaillée du Salzkammergut et, à ce titre, elle était particulièrement précieuse surtout pour le stratigraphe. Son auteur cherche à expliquer les conditions dans lesquelles se

1. Comme dans la seconde partie, je renverrai aux ouvrages cités au moyen d'un chiffre placé entre parenthèses.

présente le faciès si particulier des calcaires de Hallstatt par une hypothèse singulière, d'après laquelle ces calcaires seraient localisés dans deux « canaux » distincts, celui de Berchtesgaden-Hallstatt et celui d'Ischl-Aussee, isolés au milieu de régions où règnent sans partage les faciès du calcaire de Dachstein et du Hauptdolomit. J'ai supposé, par contre, que les calcaires de Hallstatt appartiennent à une nappe spéciale (H), généralement superposée à une nappe voisine par ses faciès, la nappe du Sel (S), elle-même superposée à une nappe beaucoup plus étendue, la nappe de Bavière (B), ces trois nappes inférieures apparaissant dans des fenêtres d'une nappe supérieure, la nappe du Dachstein (D). Un premier aperçu de cette interprétation fut publié en collaboration avec mon ami Maurice Lugeon, en 1904.

Ce n'est qu'en 1905 que parut la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique d'Autriche à 1/75 000 (4), dont toute la partie relative au Salzkammergut a été levée par E. von Mojsisovics. J'ai eu la satisfaction, en étudiant cette carte, de constater que les faits qui s'y trouvent consignés ne sont nulle part en désaccord avec mon interprétation. En examinant de près certains contours, on pourrait même se demander si le géologue qui les a tracés n'était pas un partisan convaincu de l'hypothèse des nappes, ce qui n'était certainement pas le cas.

Depuis 1905 la carte de Mojsisovics a été pour moi un guide précieux ; je puis affirmer que, sans son aide, je n'aurais pu, dans le temps dont je disposais, mener à bonne fin mon travail.

Au cours de mes excursions, j'ai trouvé sans cesse de nouvelles preuves de l'existence de plusieurs nappes superposées, je n'ai rencontré aucun fait qui fût contraire à mon hypothèse. J'ai cependant été amené à modifier sur certains points mon interprétation première.

J'ai constaté que l'apparition des nappes inférieures ne se produisait pas toujours dans les fenêtres des nappes supérieures ; souvent les nappes se succèdent comme des imbrications et leurs contours respectifs ne sont pas nécessairement fermés.

J'ai été conduit en 1908 (7) à introduire, dans la série des nappes du Salzkammergut, une cinquième nappe, comprise entre la nappe de Bavière et la nappe du Sel. Je l'ai provisoirement appelée la *nappe du Todte Gebirge*.

Enfin, de nouvelles observations dans le Nierenthal, près Reichenhall, m'ont montré, également dès 1908, que les couches de Gosau, loin d'être recouvertes par la nappe du Dachstein, s'étendent au contraire transgressivement sur les flancs de l'Untersberg. Cette constatation, jointe à des observations très impor-

tantes, publiées par Geyer et par Cl. Lebling (9), montre avec évidence que la mise en place des nappes est, comme dans les Carpathes, antérieure au Crétacé supérieur. J'exposerai plus loin quelques faits qui militent également en faveur de cette conclusion, que je compte développer à une prochaine occasion.

J'ajouterai encore que le Salzkammergut commence déjà à être l'objet d'études de détail de la part des jeunes géologues autrichiens. M. Erich Spengler (10) a publié un mémoire très remarquable sur le massif du Schafberg, auquel je ferai ici de nombreux emprunts. J'appelle de tous mes vœux des publications analogues sur d'autres parties du Salzkammergut. Elles combleront maintes lacunes de mon travail et je suis convaincu qu'elles contribueront à préciser, ou peut-être à infirmer telles conclusions que j'ai été amené à tirer un peu prématurément de prémisses encore insuffisantes.

BIBLIOGRAPHIE

1. HERBERT KYNASTON. On the stratigraphical, lithological, and palaeontological features of the Gosaubeds of the Gosau district in the Austrian Salzkammergut. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, L, p. 120-151, 1 fig., 1894.
2. E. KITTL. Salzkammergut. Geologische Exkursionen unter Führung von —. *.IX. Internationaler Geologen-Kongress. Führer für die Exkursionen in OÖsterreich*, IVc, 118 p., fig., 1 carte 1/200 000, 1903.
3. E. v. MOJSISOVICS. Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Salzkammergutes. In : C. DIENER, R. HÖRNES, Fr. E. SUESS u. V. UHLIG, Bau und Bild OÖsterreichs, p. 383-391, fig. 2. Gr. in-8°, Wien u. Leipzig, 1903.
4. Id. Erläuterungen zur geologischen Karte der im Reichsrath vertretenen Königreiche und Länder der OÖsterr.-Ungar. Monarchie. SW-Gruppe Nr. 19, Ischl und Hallstatt. 1 br. in-18, 60 p., 1 carte 1/75 000. Wien, 1905.
5. G. GEYER. Die Aufschliessungen des Bosrucktunnels und deren Bedeutung für den Bau des Gebirges. *Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss.*, LXXXII, p. 1-40, fig., pl. I-III, 1907.
6. JOHANNES FELIX. Studien über die Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. II. Teil : Die Kreideschichten bei Gosau. *Paläontographica*, LIV, p. 251-338, 5 fig., pl. xxv, xxvi, 1908.
7. ÉMILE HAUG. Sur les nappes de charriage du Salzkammergut (environs d'Ischl et d'Aussee). *C.R. Ac. Sc.*, CXLVII, p. 1428-1430, 1908.
8. JAN NOVAK. Ueber den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. *Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie, cl. des Sc. Math. et Natur.*, Sér. A. Sc. Mathém., 1911, p. 57-112, fig. 1-11, pl. I-III.
9. CLEMENS LEBLING. Beobachtungen an der Querstörung « Abtenau-Strobl » im Salzkammergut. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXXI, p. 535-574, 9 fig., 1911.

10. ERICH SPENGLER. Die Schafberggruppe. *Mitt. d. Geol. Ges. Wien*, 1911, p. 181-275, pl. VII-XI.
11. Id. Zur Tektonik von Spaberhorn und Katergebirge im Salzkammergut. *Centralbl. f. Miner.*, 1911, p. 701-704.

LA DÉPRESSION DE ST. WOLFGANG-ISCHL. — Un des traits géographiques les plus frappants dans le Nord du Salzkammergut est la présence d'une longue dépression, qui s'étend de St. Gilgen à Ischl, sur une longueur d'environ 22 km., avec une largeur variable. Dans sa partie occidentale elle est occupée par le riant lac de St. Wolfgang, allongé du N.W. au S. E. ; dans sa partie orientale, elle est parcourue par l'émissaire de ce lac, qui se jette à Ischl dans la Traun et qui coule de l'Ouest à l'Est. Elle confine au Nord au massif du Schafberg et au Höllen Gebirge, au Sud, au massif de l'Osterhorn et au Kater Gebirge. Elle a généralement été envisagée comme un synclinal ordinaire, dont la partie axiale est constituée par les couches de Gosau et dont les flancs se confondent avec les retombées des massifs anticlinaux environnants, triasiques et jurassiques.

En réalité, la structure de la dépression est beaucoup plus compliquée. Et d'abord les terrains triasiques et jurassiques du bord sud-ouest du lac de St. Wolfgang n'appartiennent pas au massif de l'Osterhorn, que j'ai décrit dans la seconde partie de ce mémoire. Ils sont séparés du flanc nord de cette gigantesque coupole par une ligne de contact anormal, que l'on peut suivre depuis Elsenwang, à l'Ouest du Fuschl See (feuille de Salzburg), par la Tiefbrunnau, jusqu'à la halte de Lueg de la ligne à voie étroite; elle longe alors le bord du lac de St. Wolfgang sur environ 3 km. et s'en éloigne ensuite, pour passer au pied sud-ouest de la Blechwand, entre les ravins du Zinkenbach et du Weissenbach. Cette dislocation met en contact, au S. E. d'Elsenwang, le Néocomien de la retombée nord-est du Schmied Horn avec le Hauptdolomit du Felbling, puis les couches d'Oberalm jurassiques avec le Hauptdolomit du Sonnberg, prolongement de celui du Felbling. Dans les deux cas, les couches du massif de l'Osterhorn s'enfoncent manifestement le long de la ligne de contact anormal sous les couches plus anciennes situées au N.E. de l'accident, qui plongent dans le même sens. Il m'a semblé de même que, sur la rive sud-ouest du lac, les calcaires jurassiques de la retombée de l'Osterhorn s'enfoncent sous une lame étroite de Hauptdolomit, que l'on peut suivre jusque vers le débouché du Zinkenbach. Enfin, sur le versant sud-ouest de la Blechwand, les calcaires jurassiques viennent successivement en

contact, d'après la Carte géologique (feuille d'Ischl-Hallstatt), avec le Néocomien, avec le Hauptdolomit, avec le Rhétien et avec le Lias du massif de l'Osterhorn.

Ces faits peuvent s'expliquer soit par un plissement en retour (« Rückfaltung »), soit par l'existence d'une nappe plongeant vers le N.E. et primitivement superposée à la coupole de l'Osterhorn (nappe de Bavière). Je discuterai tout à l'heure les arguments que l'on peut invoquer en faveur de cette deuxième hypothèse.

Le massif du Schafberg, situé au Nord du lac de St. Wolfgang, a fait récemment l'objet, de la part de Erich Spengler, d'un excellent travail (10), auquel je suis d'autant plus heureux de pouvoir renvoyer le lecteur que je n'ai fait dans ce massif qu'un nombre de courses très restreint.

Spengler met fort bien en évidence les différences profondes qui existent entre la série stratigraphique du massif du Schafberg et celle du massif de l'Osterhorn, et qui portent principalement sur le Lias : calcaires siliceux à Spongiaires, calcaires du Hierlatz, calcaires rouges à Crinoïdes, Brachiopodes et Céphalopodes, dans le massif du Schafberg ; marnes tachetées (Fleckenmergel) et calcaires à Céphalopodes d'Adnet, dans le massif de l'Osterhorn. Le contraste n'est pas moins grand entre le style tectonique des deux massifs : celui de l'Osterhorn est, comme on sait, une gigantesque coupole ; celui du Schafberg est constitué, d'après les recherches de Spengler, par une série de plis très serrés, déjetés ou plus fréquemment déversés vers le N.E., souvent avec flanc inverse étiré (pl. I, fig. 1).

Si l'on attribue le Schafberg et l'Osterhorn à deux nappes distinctes, le double contraste qui existe entre les deux massifs s'explique aisément.

Les terrains triasiques qui constituent le soubassement du Schafberg sont en continuité à l'Ouest avec ceux qui encadrent le Fuschl See et qui reposent au Sud sur la retombée de l'Osterhorn, le long de la ligne de contact anormal mentionnée plus haut. L'étroite bande de Hauptdolomit qui forme la rive sud-ouest du lac de St. Wolfgang appartient par conséquent à la même nappe que les plis du Schafberg, et la dislocation qui la sépare du massif de l'Osterhorn coïncide avec une importante limite hétéropique.

Une ligne de contact anormal met également au Nord la nappe du Schafberg en contact avec son soubassement. Elle a été décrite par Spengler sous le nom de « Grünseescherfläche » et correspondrait, d'après ce géologue, à une simple surface de glissement

accompagnée de suppressions de couches par étirement, qui met en contact les terrains jurassiques plissés du Schafberg avec les terrains triasiques sous-jacents. L'affleurement de cette surface peut être suivi vers l'Est jusqu'à la Leonsberger Alp, car, jusqu'à ce point, le Rhétien supporte directement le Lias à faciès de Hierlatz, et les calcaires à Spongiaires, qui normalement séparent ces deux termes, sont ici étirés. Il est légitime dès lors d'attribuer à la ligne de discontinuité qui sépare le Schafberg de son soubassement une plus grande importance que ne le fait Spengler.

Je suis porté également à envisager comme le prolongement de cette ligne et non comme une faille transversale la limite occidentale du Hauptdolomit du Leonsberg et du Gartenzinken, qui appartient à la nappe de Bavière, comme je le montrerai plus loin. Dans cette interprétation, le massif du Schafberg serait donc entouré, sur tout son pourtour, par une ligne de contact anormal, qui l'isole de son soubassement. Il appartiendrait à une nappe indépendante, caractérisée par des faciès spéciaux et reposerait, sur toute sa périphérie, sur un soubassement dont les terrains affectent les faciès propres à la nappe de Bavière.

A l'Est du Leonsberg le bord nord de la dépression longitudinale de St. Wolfgang et d'Ischl est constitué par la retombée méridionale du Höllen Gebirge, massif encore mal connu, sur lequel je reviendrai plus loin.

En face de cette retombée et au delà de la dépression longitudinale se dresse la haute muraille de calcaire du Dachstein du Kater Gebirge. Elle présente une magnifique charnière frontale. C'est le bord septentrional d'une nappe supérieure, la nappe du Dachstein. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

La région axiale de la dépression de St. Wolfgang et d'Ischl est en grande partie occupée par les couches de Gosau, souvent cachées, il est vrai, sous une couverture d'alluvions quaternaires ou sous les eaux du lac de St. Wolfgang. Il ne me paraît pas utile de donner ici un aperçu des caractères stratigraphiques de ces couches, qui mériteraient cependant une étude détaillée. Spengler (10) a énuméré les lambeaux situés sur les bords du lac de St. Wolfgang et a précisé les conditions dans lesquelles ils se présentent. Ils appartiennent tous à la nappe du Schafberg et sont caractérisés par le faible développement des conglomérats. A l'Est du Sparber et jusqu'à Ischl, les affleurements des couches de Gosau sont beaucoup plus continus et l'on observe partout une grande épaisseur de conglomérats à la base de la série. A Cl. Lebling (9) revient le mérite d'avoir démontré que

ces conglomérats s'appuient en repos normal sur les calcaires triasiques du bord frontal de la nappe du Dachstein. C'est ainsi qu'ils s'élèvent jusqu'à une grande hauteur sur le flanc septentrional du Rettenkogel. Ils sont en outre conservés à l'état de petits témoins sur le bord occidental du Kater Gebirge, où ils reposent également sur le calcaire du Dachstein.

Cette constatation capitale démontre d'une manière péremptoire que la nappe du Dachstein à laquelle appartient, comme je le prouverai plus loin, le Kater Gebirge occupait déjà sa position actuelle lorsque se sont déposées les couches de Gosau.

Mais il y a plus. Jusqu'ici j'ai entièrement passé sous silence les nombreux affleurements des couches triasiques et jurassiques, généralement en contact avec les couches de Gosau, qui apparaissent soit dans la région axiale, soit sur les bords de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, mais qui sont sans relation aucune avec les flancs des massifs anticlinaux limitrophes. Ces affleurements peuvent se grouper en trois catégories, que nous attribuons à autant de nappes superposées. Nous étudierons successivement ces trois groupes.

Un premier groupe comprend des lambeaux de Plassenkalk, autrement dit de Tithonique coralligène, qui constituent de véritables pointements au milieu de la dépression de St. Wolfgang-Ischl. Je les attribuais dès 1908 (7) à une nappe indépendante, supérieure à la nappe de Bavière. Les observations récentes de Spengler ont confirmé dans une certaine mesure cette interprétation et ont permis de préciser les relations de cette « Plassenkalkschubmasse ».

Aux lambeaux décrits par Spengler (Drei Brüder près St. Gilgen, Falkensteiner Wand, Hochwand, Lugberg, Pürglstein), viennent s'ajouter, au Sud et à l'Est du lac de St. Wolfgang, le Sparber, le Calvarien Berg d'Ischl, le Jainzen et les collines calcaires situées au nord du point de vue appelé Sophiens Doppelblick. Tous ces lambeaux se présentent sous la forme de pointements rocheux, entourés de toutes parts de couches de Gosau ou de dépôts quaternaires, ou de lames, séparées des terrains de la nappe du Schafberg par une surface de contact anormal. Ils ne constituent cependant pas une nappe entièrement indépendante de la nappe du Schafberg à laquelle ils sont superposés. Je les assimilerais plutôt à une digitation de cette nappe, car E. Spengler a montré l'existence, dans le synclinal du Vormauer Stein, de calcaires identiques au Plassenkalk, qui font suite normalement aux terrains jurassiques moyens du Schafberg. Cependant, aux environs d'Ischl, les lambeaux de Plassenkalk représentent seuls la nappe du Schafberg.

Une question plus délicate se pose, c'est celle des relations des lambeaux de Plassenkalk avec les couches de Gosau environnantes. Doit-on les envisager comme des pointements qui auraient surgi comme des écueils dans la mer crétacée, ou bien faut-il les interpréter comme des lambeaux de recouvrement posés sur les couches de Gosau? J'avoue que cette deuxième alternative m'avait tout d'abord séduit. Les Drei Brüder, le Pürglstein, le Sparber, le Jainzen donnent absolument l'impression de lambeaux de recouvrement. Au débouché de la gorge du Schwarzenbach, les couches de Gosau m'ont paru s'enfoncer sous le Plassenkalk du Lugberg. E. Spengler a cependant fait valoir contre cette hypothèse quelques arguments qui m'ont ébranlé dans mon opinion primitive, et il semble bien que, dans le valon du Weissenbach, les couches de Gosau s'appuient sur le flanc méridional du Sparber. Je me rallie donc provisoirement à la première hypothèse.

Le second groupe d'affleurements anormaux dans la dépression de St. Wolfgang-Ischl comprend une série de lambeaux de Haselgebirge, c'est-à-dire de gypse et de sel werfenien. Ils sont cantonnés dans la partie de la dépression située à l'Est de Strobl. Ils sont assez exactement figurés sur la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique. Ils se trouvent aux points suivants : rive droite du Weissenbach, Aigen, Helenen Sitz, Nussen See, Rabennest, Waldeck, pied du Sirius Kogl, Nord et Sud du Jainzen. Généralement les couches werfeniennes pointent au milieu des couches de Gosau, qui les recouvrent quelquefois assez nettement. Au Sud du Calvarienberg, elles s'appuient sur un lambeau de Plassenkalk de la nappe du Schafberg (pl. I, fig. 1). Il semble bien qu'il en soit de même au Nord et au Sud du Jainzen.

Le troisième groupe d'affleurements anormaux est constitué par quelques lambeaux isolés de calcaires de Hallstatt et par une lame continue de ce même calcaire, que l'on suit depuis le Helenen Sitz jusqu'en face Brunnleiten, sur la Traun. Le lambeau de calcaire de Hallstatt fossilifère (2) du Sirius Kogl repose nettement sur le Haselgebirge, sans aucune intercalation de dolomies, qui pourraient représenter le Ladinien. Il en est de même pour la lame continue, qui s'appuie, à l'Helenen Sitz et au Nussen See, sur le Werfenien et qui s'enfonce sous les calcaires du Dachstein du Kater Gebirge. On observe donc, sur le bord septentrional de ce massif, la superposition des trois nappes que j'ai distinguées précédemment : la nappe du Sel, la nappe de Hallstatt et la nappe du Dachstein (7).

La mise en place de ces trois nappes est certainement antérieure à la transgression des couches de Gosau, car celles-ci débutent, dans l'Est de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, par un conglomérat de base qui renferme, d'après Spengler (11), de nombreux galets de calcaire de Hallstatt.

En résumé, la dépression de St. Wolfgang-Ischl doit être envisagée comme un synclinal de la nappe du Schafberg, dont le flanc sud s'appuie sur la retombée méridionale de la coupole de l'Osterhorn (nappe de Bavière), suivant un plan de charriage qui correspond à la ligne de contact anormal Elsenwang-Blechwand. Dans ce synclinal sont conservés des témoins de nappes plus élevées : nappe du Plassenkalk (simple digitation de la nappe du Schafberg), nappe du Sel, nappe de Hallstatt. A l'est du Weissenbach, le bord méridional du synclinal est caché sous la partie frontale de la nappe du Dachstein, qui recouvre toutes les autres nappes. Enfin, les couches de Gosau se sont étendues transgressivement par-dessus tous ces éléments tectoniques.

LA DÉPRESSION D'ABTENAU. — Nous nous transportons maintenant sur le versant méridional de la coupole de l'Osterhorn. Nous rencontrons, avant d'atteindre la dépression d'Abtenau, deux grandes barres rocheuses, séparées par le cours profondément encaissé de l'Aubach. Nous sommes en présence d'une zone de Hauptdolomit et de calcaires rhétiens, de largeur variable, qui s'intercale entre les couches d'Oberalm jurassiques, constituant la retombée méridionale de l'Osterhorn et les terrains de la dépression d'Abtenau. Nous la désignerons sous la dénomination de zone du Rigausberg.

Il est facile d'acquérir la certitude que les calcaires rhétiens, avec le Hauptdolomit sous-jacent, sont refoulés sur les couches d'Oberalm, comme on pouvait le supposer au simple examen de la Carte géologique (feuilles de Hallein-Berchtesgaden et d'Ischl-Hallstatt). Une coupe du March Graben publiée par Eb. Fugger (II, 24) est assez démonstrative à cet égard, mais celle du Zinkenbach, affluent de droite de l'Aubach, ne peut laisser aucun doute sur la véritable nature de l'accident qui met en contact les calcaires rhétiens et les couches d'Oberalm. Les calcaires rhétiens presque horizontaux que traverse la route de l'Aubach s'infléchissent brusquement et dessinent une magnifique charnière anticlinale, sous laquelle s'enfoncent, avec un plongement régulier vers le Sud, les couches d'Oberalm (pl. I, fig. 1). Plus à l'Est, le Lienbach, qui n'est autre que le cours supérieur de l'Aubach, a mis à nu le soubassement jurassique, et l'érosion a

détruit la région frontale du pli sur une largeur de plus de 1 km. La lame des calcaires triasiques et rhétiens est de plus en plus étroite à mesure que l'on se dirige vers l'Est ; elle disparaît finalement sous les couches de Gosau de la Moosberg Alp.

A l'Ouest du Marchgraben (feuille de Hallein-Berchtesgaden), il est de toute évidence que les calcaires rhétiens de la zone qui nous occupe et qui constituent ici le Klingel Berg, reposent par charriage sur le Néocomien de la Weitenau. Il est non moins évident, pour toute personne familiarisée avec la tectonique des pays de nappes, que la lame de calcaires rhétiens de la Fagerwand, qui continue vers l'Ouest, jusqu'à St. Wilhelm, le bord frontal de la zone du Rigausberg, repose sur la ligne même de contact des couches d'Oberalm et du Néocomien, et qu'elle ne s'intercale pas entre ces deux formations, comme tendrait à le faire croire la manière dont est figurée sur la Carte géologique sa terminaison occidentale.

Le bord méridional de la zone du Rigausberg, qui est constitué par un abrupt de Hauptdolomit, m'avait donné l'impression que les couches de Werfen et les couches de Gosau de la dépression d'Abtenau s'enfoncent sous ce Hauptdolomit. Une course faite l'an dernier dans la vallée de l'Aubach m'a montré, par contre, que les plongements vers le S.W. marqués sur la Carte géologique près du coude décrit par la rivière et la route sont conformes à la réalité. Il semble, dans ces conditions, que le Hauptdolomit s'enfonce sous les couches de Werfen de Strub. De même, si les observations de Cl. Lebling (9, fig. 3) sont exactes, les calcaires rhétiens de la terminaison orientale de la zone du Rigausberg plongent, dans le haut de la vallée du Rigausbach, sous des argiles gypseuses werfeniennes, recouvertes elles-mêmes par les couches de Gosau.

Il est possible, dès lors, que la zone du Rigausberg, si manifestement charriée sur presque toute sa largeur, s'enracine au Sud, en s'enfonçant sous la nappe du sel. Son charriage serait antérieur à la transgression néocrétacée.

On remarquera l'analogie de position que présentent la lame du Rigausberg et la nappe du Schafberg. L'une et l'autre s'appuient sur les flancs de la coupole de l'Osterhorn, l'une et l'autre supportent des lambeaux de la nappe du Sel et de la nappe de Hallstatt, l'une et l'autre sont recouvertes par des couches de Gosau transgressives. On pourrait être tenté de les envisager comme une seule et même nappe, si la zone du Rigausberg ne présentait, sur son bord septentrional, une charnière frontale, qui interdit d'en chercher la continuation plus au Nord.

L'identification de la nappe du Rigausberg et de la lame de Plassenkalk conservée dans le synclinal de St. Wolfgang rencontrerait les mêmes difficultés, auxquelles vient encore s'ajouter l'absence de termes semblables dans les deux séries stratigraphiques. Et cependant la terminaison orientale de la zone du Rigausberg et le Sparber occupent une position tout à fait symétrique aux deux extrémités de la bande de couches de Gosau qui relie les deux dépressions d'Abtenau et de St. Wolfgang-Ischl, le long des ravins du Rigausbach et du Weissenbach. Ici la retombée orientale de la coupole de l'Osterhorn s'enfonce sous les calcaires triasiques du Kater Gebirge, c'est-à-dire sous la nappe du Dachstein, qui se termine ici aussi, par une belle charnière frontale, visible sur le versant ouest du Rinnkogel et des Braunedlköpfe. C'est d'ailleurs la continuation déviée de la charnière frontale du versant nord. Cette ligne de contact anormal envisagée autrefois à tort comme une faille ordinaire, a fait l'objet, de la part de Cl. Lebling (9), d'une étude détaillée, d'où il ressort que les couches de Gosau s'étendent transgressivement par-dessus les deux nappes qui entrent en contact. On chercherait en vain, entre la Moosberg Alp et le Sparber, la moindre trace d'une ou de plusieurs nappes intermédiaires entre la nappe de Bavière et la nappe du Dachstein. Si elles ne sont pas ici entièrement étirées, il est à supposer que leurs affleurements sont cachés sous les couches de Gosau.

Le bord oriental de la dépression d'Abtenau est constitué par le massif du Tabor et par l'éperon du Buchberg Riedl, qui la séparent de la dépression de Gosau.

Le massif du Tabor est entièrement composé de dolomies ladiniennes, soubassement normal des couches à *Cardita* carniennes et des calcaires du Dachstein de la nappe D. Sur le bord méridional du massif, ces dolomies plongent vers le Sud et s'enfoncent sous l'étroite bande de couches de Gosau qui relie les deux dépressions d'Abtenau et de Gosau.

L'éperon du Buchberg Riedl est le prolongement de la crête des Donner Kogeln et appartient, comme celle-ci, à la nappe du Dachstein. Il est constitué par des dolomies ladiniennes, qui portent, à la Zwieselalp, un témoin de couches à *Cardita* carniennes et des lambeaux de calcaires du Dachstein. Au Nord et sur le bord occidental, les dolomies reposent directement sur les couches de Werfen de la dépression d'Abtenau, sans intercalation de Virglorien. Vers le S. E., elles en sont séparées par une lame de calcaire de Gutenstein, représentant cet étage. La base des dolomies est une surface de charriage; l'examen du bord nord-

ouest de l'éperon nous en fournira la preuve, lorsque nous étudierons le pourtour de la dépression de Gosau.

La dépression d'Abtenau est largement ouverte au Sud, dans la direction d'Annaberg et de St. Martin. Au Sud du Russbach, elle est entièrement occupée par des couches de Werfen et par des lambeaux de calcaires de Gutenstein, identiques à ceux des gorges de la Lammer et appartenant comme eux à la nappe du Sel. Les couches de Gosau sont cantonnées dans le Nord de la dépression.

Dans sa partie occidentale la dépression d'Abtenau est délimitée par la retombée septentrionale du Tennen Gebirge, que j'ai attribuée précédemment à la nappe de Bavière. Les calcaires du Dachstein, qui supportent des lambeaux de calcaires rouges liasiques à Ammonites plongent fortement vers le N.E. et s'enfoncent sous les couches werfeniennes et virgloriennes de la nappe du Sel. Il n'y a, entre les deux nappes, aucune nappe de Hauptdolomit que l'on puisse attribuer à la nappe du Schafberg ou à la nappe du Rigausberg.

On sait que le Tennen Gebirge se termine à l'Est par un éperon assez aigu. J'ai eu l'occasion, l'année dernière, d'examiner à la lorgnette, depuis la Zwiesel Alpe et depuis Quechenberg, par un très bel éclairage, cet éperon et j'ai pu constater ici la terminaison périclinale des calcaires du Dachstein. Ceux-ci sont redressés presque jusqu'à la verticale et leur direction décrit une conversion de près de 180°. Ils sont entourés sur trois côtés par des calcaires de Gutenstein et par des couches de Werfen de la nappe du Sel, ainsi que le montre fort bien la Carte géologique. Je puis difficilement concilier ces faits avec l'assertion de Bittner (II, 11) que plus à l'Ouest, sur le bord méridional du Tennen Gebirge, les calcaires du Dachstein et les couches de Werfen plongent régulièrement vers le Nord. Il y a là une difficulté d'interprétation que pourra seule élucider une étude spéciale du bord sud de ce segment des Alpes calcaires septentrionales.

La nappe du Sel supporte, dans la dépression d'Abtenau, des lambeaux des nappes supérieures. Les lambeaux de calcaire de Hallstatt sont toutefois moins nombreux que ne l'indiquent la Carte géologique et une note de Bittner (II, 11). Le Schellkogel, au N.E. d'Abtenau, est constitué par des calcaires de Gutenstein et non par des calcaires de Hallstatt. J'ai, de plus, cherché en vain, dans la Pailwand, les calcaires rouges assimilés par Bittner au calcaire de Hallstatt. Cette montagne, ainsi que le Schoberstein et le Traunstein, sont d'immenses lames de calcaire du Dachstein, pendant au Nord et pincées dans les plis de

leur soubassement werfenien et virglorien. Ils font manifestement partie d'une nappe charriée sur ce soubassement. Il me paraît rationnel de les attribuer à la nappe du Dachstein.

LA DÉPRESSION DE GOSAU ET LA FENÊTRE DE HALLSTATT. — Que l'on arrive d'Abtenau par l'étroit défilé de Russbach ou que l'on remonte, en partant de la Gosaumühle, sur le lac de Hallstatt, la gorge profonde que le torrent de Gosau a creusée dans les calcaires du Dachstein, on est agréablement impressionné en débouchant brusquement dans une vaste dépression¹, où les reliefs sont atténués, où les vallées, Russbach et Gosau, offrent à l'œil la note reposante de belles prairies et où les croupes arrondies sont couvertes de sombres forêts de sapins, tandis que tout autour se dressent d'abruptes montagnes calcaires, aux crêtes dentelées (fig. 1). Le géologue qui n'ignore pas que la dépression correspond aux surfaces occupées par le Crétacé supérieur, que l'encadrement de cimes calcaires est constitué par le Trias supérieur, songe immédiatement, pour peu qu'il ait l'habitude des pays de nappes, à une *fenêtre* et l'examen des contours de la Carte géologique ne peut que confirmer chez lui cette première impression. Et pourtant la lecture des travaux de Kynaston (1), d'Edm. von Mojsisovics (4), de Felix² (6) lui apprend que, tout au moins sur le bord septentrional de la dépression, les conglomérats de base des couches de Gosau reposent normalement sur les calcaires triasiques. Pour élucider ce désaccord il est nécessaire de soumettre à une étude détaillée le pourtour de la dépression. Nous commencerons par le bord septentrional.

Sur la rive gauche du torrent de Gosau, les calcaires du Dachstein font place brusquement, au débouché du Bärenbach, aux couches crétacées. Le cours de ce petit torrent correspond à une faille de tassement, qui met en contact les deux formations. Le long de la lèvre orientale se trouve un petit lambeau de calcaires rouges à *Macrocephalites macrocephalus*, signalé par E. von Mojsisovics (4), qui repose directement sur le calcaire du Dachstein.

Une faille analogue met en contact, le long du Rumbach, près Russbachsaag, les dolomies ladinienes du massif du Tabor (v. plus haut) avec les couches de Gosau.

1. Voir ÉMILE HAUG. Traité de Géologie, pl. cxix, 2.

2. La Carte géologique à 1/50000 qui accompagne le mémoire stratigraphique et paléontologique de J. Felix n'offre d'autre intérêt que de préciser l'emplacement et la toponymie des localités fossilifères. Les contours géologiques, abstraction faite d'une correction sans grande importance, reproduisent ceux de la carte de Mojsisovics, avec les erreurs qui figurent sur ce document.

Entre ces deux failles, le contact des calcaires triasiques est généralement un contact stratigraphique, sauf à la Horneck Alp et à la Neu Alp, où les couches de Gosau butent par faille contre

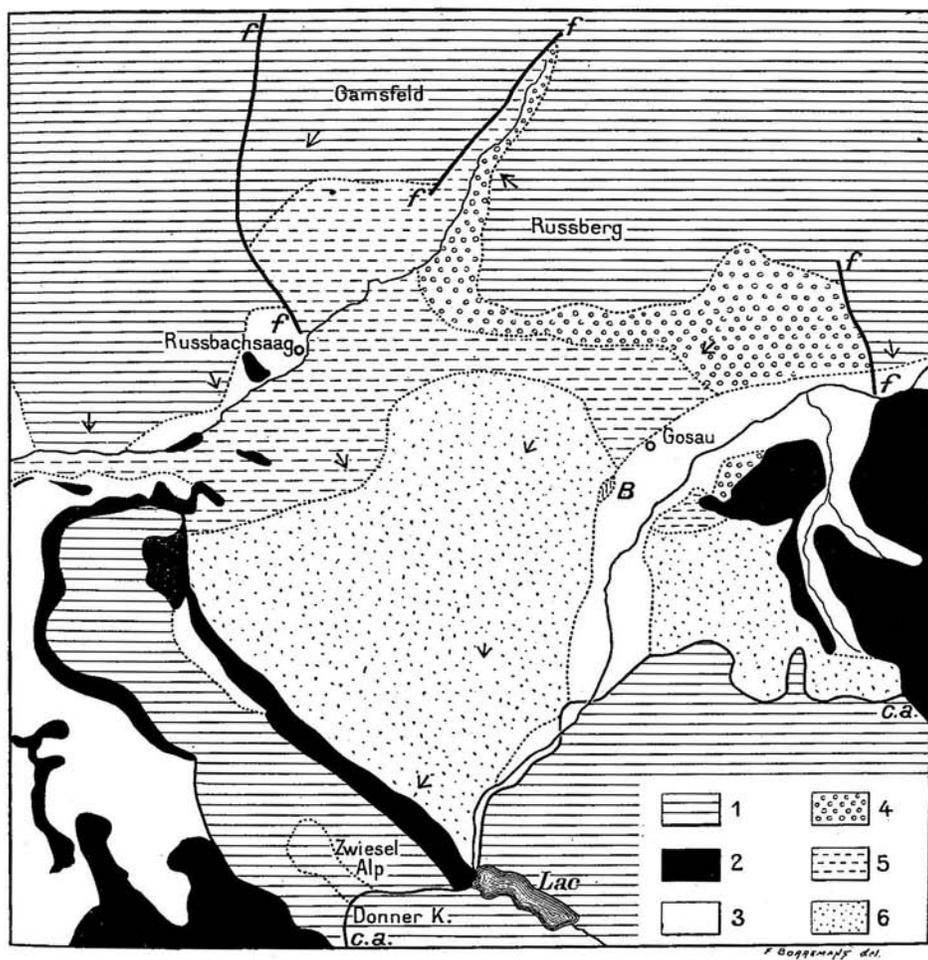


FIG. 1. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA FENÊTRE DE GOSAU

(d'après KYNASTON, E. VON MOJSISOVICS, JOH. FELIX). Échelle: 1/100 000.

- 1, Nappe du Dachstein; 2, Nappe du Sel et nappe de Hallstatt; 3, Dépôts quaternaires; 4, Conglomérat de Gosau; 5, Couches à Rudistes et couches saumâtres; 6, Marnes et grès du Sénonien supérieur; B, Nappe de Bavière (?). ff, Failles; c. a. Contact anormal.

les dolomies ladiniennes du Gamsfeld (fig. 1). A la Wiesthal Alp, J. Felix (6) a constaté que les conglomérats de base des

couches de Gosau se sont déposés contre la falaise de calcaire du Dachstein. J'ai observé les mêmes relations entre les deux formations au Nord du Pass Gschütt. Plus au Nord, dans la forêt de Randaa, actuellement très déboisée, les calcaires du Dachstein — qui s'étendent plus bas vers le thalweg de la vallée que ne le figure la Carte géologique — plongent vers l'Ouest et s'enfoncent sous les conglomérats de Gosau (fig. 2). Il est donc incontestable que les calcaires triasiques du Russberg, loin d'être charriés sur les couches de Gosau, comme pourrait le faire croire l'examen de la Carte géologique, ont servi de falaise à la mer crétacée. Les calcaires du Dachstein du Gamsfeld plongent vers le S.E. et supportent de même, à la Traunwand Alp, les conglomérats.

Les conglomérats de base du Crétacé supérieur sont exclusivement localisés dans le Nord de la dépression de Gosau, comme l'a fort bien reconnu Kynaston (1). Plus au Sud viennent des

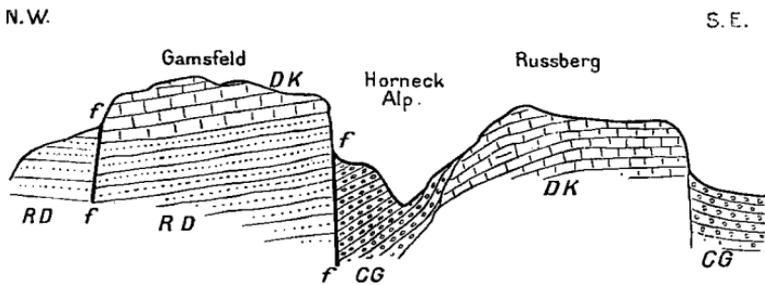


FIG. 2. — COUPE DU GAMSFELD AU RUSSBERG, PASSANT PAR LA HORNECK ALP, DANS LE VALLON DE RANDAA.

RD, Dolomitic de Ramsau ladinienne; DK, Calcaire du Dachstein; CG, Conglomérat de Gosau. ff, Failles verticales.

couches à Hippurites et à Zoanthaires, qui forment, depuis le Nef Graben et la Traunwand, près Russbachsaag, jusqu'à l'Edl Graben, au N.E. du village de Gosau, une large bande superposée normalement aux conglomérats¹.

La partie méridionale de la dépression de Gosau est entièrement constituée par les couches supérieures, beaucoup moins fossilifères, du Sénonien. Ce sont principalement des marnes à Inocérames, des grès, des calcaires marneux à Échinides et des marnes rouges et blanches. Ces couches affleurent dans l'Elend Graben, sur la croupe du Hornspitz, du Brunnskaar et du Höhköggerl, ainsi que sur les deux rives de la vallée de Gosau, au Sud

1. Pour les détails de la succession, je renvoie au mémoire de J. Felix (6).

du Finster Graben et du Hofer Graben. Elles plongent d'une manière générale vers le S.W. et entrent en contact, sur tout le bord méridional de la dépression, avec les calcaires triasiques. Le fait que ce contact a lieu avec les termes les plus élevés de la série crétacée et que les conglomérats de base font ici entièrement défaut montre avec évidence que l'on est en présence d'un contact anormal.

La dépression de Gosau est limitée au S.W. par l'éperon triasique du Buchberg Riedl et de la Zwiesel Alp. On a vu précédemment que les dolomies ladinienes, dont cet éperon est en majeure partie constitué, reposent directement sur leur bord sud-ouest, sur des couches de Werfen et des calcaires virgloriens de la nappe du Sel. Sur le bord nord-est de l'éperon, les dolomies ladinienes sont séparées des couches de Gosau supérieures par des lames étroites, figurées sur la Carte géologique et attribuées par E. von Mojsisovics aux termes suivants (de bas en haut) :

1° Virglorien, présentant soit le faciès des couches de la Schreyer Alm, soit celui des calcaires de Reiflingen ou de Gutenstein ;

2° Marnes du Zlambach, avec Zoanthaires ;

3° Calcaires de Hallstatt.

Je n'ai malheureusement pas pu étudier ces lames de charriage, mais je constate que la succession indiquée par Mojsisovics est conforme à l'ordre normal de superposition des nappes. Les calcaires de la Schreyer Alm et les marnes du Zlambach comptent parmi les éléments les plus caractéristiques de la nappe du Sel. Les calcaires de Hallstatt, représentant la nappe H, supportent les dolomies ladinienes de la nappe D. Ici le charriage est incontestablement postérieur au dépôt des couches de Gosau.

Entre l'extrémité aval du lac antérieur de Gosau et Gosau Schmied, les couches du Sénonien supérieur sont en contact direct avec les calcaires du Dachstein coralligènes¹, fortement redressés. On pourrait songer à une faille verticale, si la ligne de contact ne se trouvait pas dans le prolongement direct d'un accident passant entre la Zwiesel Alp et les Donner Kogl, qui doit être manifestement envisagé comme la trace d'une surface de chevauchement. Cette ligne de contact anormal se poursuit sur le bord méridional de la dépression de Gosau jusque près de

1. Contrairement aux indications de la Carte géologique, reproduites par Felix, le monticule situé à l'Ouest, de Gosau Schmied est constitué, non par des couches de Gosau, mais par des calcaires du Dachstein. Il y a là un cas remarquable d'épigénie glaciaire.

la Veiten Hütte, où les affleurements des couches de Gosau s'arrêtent brusquement. J'ai pu m'assurer que le calcaire du Dachstein est ici charrié sur les grès exploités au Löckenmoos pour la confection de meules à aiguiser. L'apophyse de calcaires du Dachstein qui s'avance sur la Carte géologique au milieu des couches de Gosau, n'est pas une entaille où l'érosion fait apparaître le substratum, c'est une découpure de la nappe, limitée à l'ouest par une petite faille verticale (fig. 3).

Plus au Nord, on voit, par contre, apparaître, à la Katzenhof Alp, au fond du Brielthal, le substratum normal des couches de Gosau, constitué d'abord par des calcaires du Dachstein, recouverts d'un petit lambeau de calcaire à *Macrocephalites macrocephalus*, puis, plus bas, par des dolomies virgloriennes.

Enfin, plus au Nord encore, en face du village de Gosau, les conglomérats de base du Crétacé supérieur s'appuient, au Leutgeb Kogl, contre les mêmes dolomies, qui reposent ici sur des couches de Werfen.

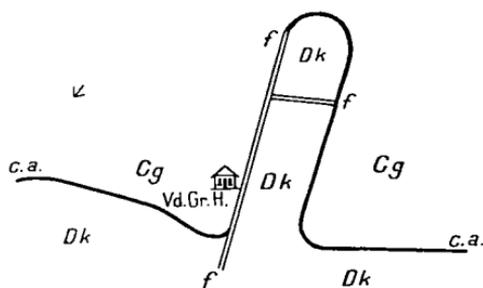


FIG. 3. — PLAN DE L'APOPHYSE DE CALCAIRE DU DACHSTEIN DES GRABENHÜTTEN, PRÈS DU LÖCKENMOOS, GOSAU.

DK, Calcaire du Dachstein; Cg, Grès sénoniens; c.a., Contact anormal; ff, Failles verticales. Vd. Gr. H., Vorder Grabhütte.

Dans l'intérieur de la dépression, le substratum des couches de Gosau n'est visible qu'en un petit nombre de points. Au S.W. du village de Gosau, on voit apparaître un lambeau de Hauptdolomit, qui appartient probablement à la nappe de Bavière. Près de Russbachsaag surgissent des dolomies virgloriennes, et non loin de là l'érosion a mis à nu, en quelques points, le Haselgebirge. Les calcaires de Hallstatt ne sont connus qu'en un endroit, au Taubenstein, au Sud du Leutgeb Kogl, où ils sont très fossilifères (2). Les conditions tectoniques dans lesquelles apparaît cette lame de la nappe H sont assez obscures, mais il est établi, par une observation due à Mojsisovics (4), que les calcaires de Hallstatt formaient certainement des écueils dans la dépression de Gosau lorsque la mer crétacée y a pénétré. L'éminent géologue signale, en effet, dans les conglomérats de base du bord septentrional, la présence de galets rouges avec

fossiles des calcaires de Hallstatt. J'ai pu aisément vérifier le fait à l'ouest du Pass Gschütt.

Tout comme dans la dépression de St. Wolfgang-Ischl, dans celle de Gosau, les nappes se trouvaient déjà empilées et partiellement démantelées avant la transgression néocrétacée. Ici, toutefois, nous possédons les preuves de l'existence d'un important charriage postérieur au dépôt des couches de Gosau, qui a certainement donné lieu à une diminution considérable de la surface occupée à l'origine par la dépression, de telle sorte que la continuité primitive avec la dépression d'Abtenau s'est trouvée réduite à l'étroit pédoncule du Russbach.

Pour se rendre compte de l'aspect que présentait la dépression de Gosau avant que la mer néocrétacée y pénétrât, il est nécessaire d'englober dans la discussion la région située à l'est du bassin crétacé, région qui s'étend jusqu'à Hallstatt et présente le même encadrement de murailles élevées de calcaire du Dachstein que la dépression de Gosau. Les crêtes méridionales du Kater Gebirge viennent, en effet, rejoindre les contreforts septentrionaux du massif du Dachstein. La continuité s'établit par les hautes murailles de calcaires noriens qui constituent la rive occidentale du lac de Hallstatt. Elle n'est interrompue que par les deux vallées d'érosion du Gosauzwang et du Waldbach Strub. Elle démontre d'une manière péremptoire que le Kater Gebirge appartient à la même nappe que le Dachstein.

Si l'on s'élève de Hallstatt, par le chemin de la Mine, qui escalade les dalles de calcaires du Dachstein, inclinées vers le lac, et que l'on s'arrête au Rudolfsturm, on jouit de ce belvédère d'un coup d'œil vers l'Ouest réellement impressionnant¹.

Deux parois de calcaires du Dachstein s'écartent sur la droite et sur la gauche. A leur pied s'étendent des prairies qui occupent l'emplacement des couches salifères. Ici se trouvaient les tombeaux qui ont livré de si beaux vestiges de la civilisation dite hallstattienne. Au milieu l'on aperçoit les bâtiments de la Mine et au fond s'élève le Plassen (1952 m.), aux formes massives, constitué entièrement par des calcaires tithoniques. Si l'on fait abstraction de cette montagne, la région encadrée par les calcaires du Dachstein est une dépression, prolongeant celle de Gosau. E. von Mojsisovics (3) y a rencontré, en effet, de très petits lambeaux de Crétacé supérieur, qu'il n'a pas figurés sur la Carte géologique. Cette dépression est une fenêtre, car nous

1. Voir la fig., p. 81, du Guide de Kittl (2) et la vue, pl. x, 1, de mon *Traité de Géologie*.

allons y trouver des lambeaux des nappes moyennes, qui, sur la périphérie, s'enfoncent sous la nappe du Dachstein.

La nappe du Sel prend un grand développement. Les galeries de la Mine ont pénétré dans la brèche salifère jusque sous le Plassen. Un premier affleurement de Werfenien s'étend de la Mine vers le Nord jusqu'au pied du Schneider Kogl; vers l'Ouest, il s'insinue entre le Plassen et le Sommerau Kogl. Au S.W. de ce sommet se trouve un second affleurement, que l'on suit jusqu'à la cabane de Klaus. Un troisième est situé à l'Ouest du Plassen et occupe tout le fond du vallon de la Ross Alp. Il est infiniment probable que ces affleurements sont continus en profondeur, sous le Plassen (pl. I, fig. 2).

Le Haselgebirge de la Ross Alp sépare deux grands lambeaux de Virglorien, sous lesquels il s'enfonce. La partie inférieure de cet étage est constituée, d'après E. von Mojsisovics (3), par des calcaires blancs marbrés de rouge et par des dolomies; la partie supérieure comprend des calcaires rouges, qui ont fourni, à la Schreyer Alm et à la Schiechling Höhe, une faune très riche en Céphalopodes. Ces calcaires sont recouverts normalement, à la Schiechling Höhe, par les marnes grises du Zlambach, dont les parties fossilifères appartiennent à l'étage norien. Elles affleurent également au Sud du Sommerau Kogl, où elles supportent des marnes liasiques, avec intercalations de calcaires à Spongiaires et de calcaires rouges à faune domérienne (2).

Les calcaires de Hallstatt, au lieu d'être intercalés dans cette série, comme on pourrait le croire, forment plusieurs lambeaux isolés, dont le plus important est le Sommerau Kogl et qui reposent soit sur le Werfenien, soit sur les marnes du Zlambach, soit sur le Lias. C'est pour cette raison qu'il convient de les attribuer à une nappe spéciale (H), superposée à la nappe du Sel (S).

Les calcaires du Dachstein (D) qui encadrent la dépression s'appuient tantôt sur le Werfenien, tantôt sur le Virglorien, tantôt sur les calcaires de Hallstatt, tantôt sur le Lias. La falaise septentrionale est couronnée, au Schneider Kogl, par un témoin de Jurassique, comprenant les termes suivants: calcaires rouges avec nodules siliceux et fossiles calloviens; calcaires bréchoïdes, renfermant, au sommet, des fossiles du niveau à *Aspidoceras acanthicum*; Plassenkalk (Tithonique coralligène). La falaise méridionale supporte, aux environs de la cabane de Klaus, des lambeaux peu étendus de calcaires du Hierlatz et de calcaires à Crinoïdes et à *Posidonomyes bathoniens* (couches de Klaus). Dans la paroi au Sud du Wildbach, la série est renversée: des

calcaires rouges à Crinoïdes, probablement liasiques, s'enfoncent sous les calcaires du Dachstein qui constituent le Hierlatz Berg. Cet accident est probablement la continuation du chevauchement que j'ai signalé sur le bord méridional de la dépression de Gosau. J'ai eu l'impression qu'il se poursuit vers l'Est, au pied du Hohe Krippenstein, mais j'ai dû me contenter d'examiner à la lorgnette, depuis Hallstatt, ces contreforts du massif du Dachstein.

J'en'ai pas parlé jusqu'ici de l'importante masse de calcaires tithoniques du Plassen (pl. I, fig. 2). Les faits que je viens de décrire vont nous fournir l'explication de sa position anormale. Elle présente, en effet, tous les caractères d'un lambeau de recouvrement. Elle repose soit sur le Werfenien, soit sur le Virglorien, soit sur les marnes du Zlambach, soit sur le Lias, soit encore sur les calcaires de Hallstatt. On pourrait supposer qu'elle fait partie de la nappe H, mais il me paraît plus vraisemblable de l'attribuer à la nappe D. Dans cette hypothèse, elle appartiendrait au flanc renversé de cette nappe, comme les calcaires rouges liasiques qui font face au Wildbach Strub. En aucun cas on ne saurait l'assimiler à la lame de Plassenkalk de la nappe du Schafberg et à la nappe du Todte Gebirge, qui sont manifestement inférieures à la nappe du Sel.

En résumé, on observe dans la fenêtre de Hallstatt et dans la dépression de Gosau, qui constitue son prolongement vers l'Ouest, quatre nappes superposées, les nappes B (Hauptdolomit au S. W. de Gosau), S, H et D. Les quatre nappes étaient déjà empilées et les nappes inférieures avaient déjà été mises à nu par l'érosion dans une déchirure de la nappe D, lorsque la mer néocrétacée a envahi la région, pénétrant dans la fenêtre et y déposant les couches de Gosau en discordance sur les affleurements des quatre nappes. Sur ce point je partage entièrement la manière de voir de M. Cl. Lebling (9). J'ajouterai cependant que, postérieurement au dépôt des couches de Gosau, le bord sud de la fenêtre a été poussé vers le Nord et charrié sur le Crétacé, en se renversant partiellement, sur les terrains de la fenêtre, si bien que le Jurassique du flanc inverse est venu reposer directement sur divers termes de la série triasique.

LA DÉPRESSION DE GOISERN ET D'AUSSEE. — A l'Est du Kater Gebirge s'étend une vaste dépression en forme de quadrilatère, que l'on peut appeler dépression de Goisern et d'Aussee, du nom des deux principales localités situées sur sa périphérie. Quoique très accidentée, cette région mérite le qualificatif de dépression, car de toutes les montagnes qui la constituent, seul

le Sandling (1716 m.) dépasse l'altitude de 1500 m., tandis qu'elle est entourée de toutes parts de hauts massifs de calcaire du Dachstein ou de Hauptdolomit. Son bord occidental correspond à peu près au cours de la Traun, qui, entre la sortie du lac de Hallstatt et Laufen, la sépare du Kater Gebirge. Au Nord, le Rettenbach peut servir à la délimiter du Höllen Gebirge. A l'Est, elle est séparée du Todte Gebirge par le Fludergraben et l'Augstbach. Au Sud, le pied nord du Sarstein, du Zinken Kogl et du Hohe Radling marque son bord méridional et sa limite avec le massif du Dachstein. A l'Est d'Aussee, elle se prolonge, avec une largeur bien moindre, dans la dépression de Mitterndorf, dont il sera question plus loin.

Contrairement à ce qui a eu lieu pour les dépressions dont il a été question précédemment, les couches de Gosau font entièrement défaut dans la dépression de Goisern et d'Aussee, où, par contre, les nappes du Sel et de Hallstatt affleurent sur de grandes étendues. Mais avant d'étudier l'intérieur de la dépression, il importe d'examiner de plus près la nature de son contact avec les montagnes qui l'encadrent.

Au Sud, le Zinken Kogl fait partie, même au point de vue purement topographique, du massif du Dachstein. Il est constitué, comme les montagnes qui forment la rive méridionale du lac de Hallstatt, par des calcaires du Dachstein. Son pied septentrional est entièrement couvert d'éboulis, qui masquent les relations tectoniques de ses calcaires avec les couches werfeniennes de la rive droite de la Traun.

Par contre, les calcaires du Dachstein du Hohe Radling, séparés de ceux du Zinken Kogl par une étroite gorge d'érosion, s'appuient directement, au Nord sur une lame de calcaire de Hallstatt, au N.E. sur du Haselgebirge de la nappe S (pl. I, fig. 4). Le Sarstein, cet immense bloc que contourne la Traun, avant de se jeter dans le lac de Hallstatt, est formé de calcaires du Dachstein¹, qui sont ici, aussi, directement en contact avec le Werfennien de la dépression de Goisern et d'Aussee (pl. I, fig. 3).

Nulle part, sur ce bord méridional de la dépression, on ne voit s'intercaler de dolomies ladiniennes entre les terrains des nappes S et H et les calcaires du Dachstein.

Il n'en est pas de même sur le bord est du Kater Gebirge. Ici, l'érosion a fait apparaître, dans tout le bassin du Weissenbach — torrent qui débouche dans la Traun en face d'Anzenau —, le substratum normal des calcaires du Dachstein, c'est-à-dire les

1. La faille qui sépare le Nieder Sarstein du Hoch Sarstein, et qui est fort bien figurée sur la Carte géologique, est une simple faille de tassement.

couches à *Cardita* carniennes et les dolomies ladiniennes. Mais ces dolomies, au lieu de reposer normalement sur le Virglorien, recouvrent tantôt des calcaires de Hallstatt, comme à Hauser, en face Laufen ; tantôt des brèches salifères werfeniennes, comme à la Hohe Bank, dans la vallée de Weissenbach, et à Steinach, en face Goisern ; tantôt des calcaires à *Halorella pedata* noriens, comme à Trockerthon, près Ramsau. Il y a plus : les brèches salifères du Weissenbach s'appuient sur les calcaires jurassiques de la Jochwand, dont nous retrouverons le prolongement sur la rive droite de la Traun. Tous ces affleurements sont situés dans des échancrures du bord oriental du Kater Gebirge. Il est dès lors évident que ce bord est un bord de nappe. Sous la nappe du Dachstein, on voit apparaître, ici encore, trois nappes plus profondes, la nappe de Hallstatt, la nappe du Sel et la nappe de Bavière¹, dont les terrains constituent le prolongement de ceux de la dépression de Goisern et d'Aussee (pl. I, fig. 3).

Le bord septentrional de la dépression présente un tout autre caractère. Les dolomies ladiniennes du Hohe Schrott, qui font partie du Höllen Gebirge, s'enfoncent normalement sous une succession régulière de couches rhétiennes (couches de Kössen et calcaires), liasiques (calcaires rouges et « Fleckenmergel ») et oolithiques inférieurs (schistes siliceux), plongeant régulièrement au Sud, sous les calcaires oolithiques moyens du Rettenbach (faciès latéral des couches d'Oberalm). Le torrent du Rettenbach coule, sur une grande partie de son cours, dans ces calcaires, qui, plus au Sud, supportent les calcaires zoogènes, dits du Tressenstein, qui représentent probablement à la fois le Kimeridgien et le Portlandien, car ils constituent le substratum direct du Néocœmien de Rettenbach, de Reiterndorf et de Perneck, près Ischl. Toute cette série stratigraphique, comprenant des termes parfaitement concordants, rappelle par la plupart de ses caractères la nappe de Bavière. Dans tous les cas, elle appartient à la nappe la plus profonde de la région (pl. I, fig. 3). Je montrerai tout à l'heure qu'elle s'enfonce sous la nappe du Sel.

Le bord est de la dépression de Goisern et d'Aussee affecte de nouveau une très grande complication, qui contraste avec la régularité du bord nord. Lorsque, remontant le Rettenbach, on a dépassé la Maison Forestière, on peut se rendre à Aussee par deux chemins différents. L'ancien suit le Fludergraben et traverse des schistes et des calcaires du groupe Oolithique inférieur, qui pendent vers le N.E. Au lieu de rencontrer sur la rive droite du

1. J'ai donné cette interprétation dès 1908. En 1911 M. J. Novak (8) l'a reproduite, bien entendu sans me citer.

torrent des couches jurassiques plus récentes, on constate que le Brunn Kogl est formé de calcaires du Dachstein, qui passent même sur la rive droite — contrairement aux indications de la Carte géologique — et s'appuient sur les schistes oolithiques. Si, par contre, on prend la nouvelle route des Salines, qui suit d'abord les gorges du Rettenbach et passe ensuite à l'Est du Brunn Kogl, on rencontre d'abord des marbres rouges liasiques, entrecoupés de veines spathiques, puis l'on traverse des calcaires du Dachstein, qui constituent le Schwarzenberg et appartiennent à la même masse que le Brunn Kogl. Arrivé au col, un peu au-dessus de Blaa, on observe dans ces calcaires la charnière anticlinale d'un magnifique pli couché, déversé vers le N.W., mais dont l'axe s'abaisse fortement vers le S.W. Cet abaissement d'axe est surtout manifeste dans le long synclinal jurassique de la Schwarzenberg Alp, qui fait suite au N.W. à l'anticlinal. E. von Mojsisovics (4) indique ici un double pli (« Doppelfalte »), jé m'attendais à y trouver une fenêtre étroite. J'ai pu m'assurer sur place qu'il n'y avait à la Schwarzenberg Alp rien de pareil et que la bande jurassique n'est autre chose qu'un synclinal dissymétrique, pincé dans les calcaires du Dachstein. Ceux-ci s'étendent à perte de vue vers l'Est et constituent toute la partie septentrionale du Todte Gebirge (feuille de Liezen). Vers le N.W. ils se terminent par une falaise abrupte et sont refoulés sur les marnes liasiques (pl. I, fig. 4). La Carte géologique figure ce contact anormal depuis le Rettenbach jusqu'au pied nord du Schüttling Kogl. Tout le long de cette ligne, le Lias de la nappe de Bavière s'enfonce sous le calcaire du Dachstein du Todte Gebirge. Il y a là non seulement une limite tectonique, mais encore une limite hétéropique, car le Trias supérieur et le Lias présentent des faciès bien différents de part et d'autre de l'accident.

La lecture de la Carte géologique m'avait fait supposer tout d'abord que les terrains de la dépression d'Aussee (nappe du Sel et nappe de Hallstatt) s'enfoncent également sous le calcaire du Dachstein du Todte Gebirge et j'avais attribué ce massif à la nappe du Dachstein. J'ai constaté dès 1908 (7) que cette interprétation n'est pas conforme aux observations que l'on peut faire aux environs d'Aussee.

Au Sud de Blaa, les éboulis et les dépôts glaciaires masquent les relations tectoniques des deux versants de la vallée de l'Augstbach. Mais déjà à Scheiben on voit nettement les calcaires du Dachstein, qui forment le soubassement du Loser, plonger au S.W. et supporter en concordance des calcaires liasiques, qui, à leur tour, s'enfoncent sous les argiles salifères et les calcaires de

Hallstatt de la rive droite du torrent. On voit de même, au Nord de Fischerndorf, les calcaires du Dachstein plonger au S.E., vers le lac d'Altaussee¹, tandis que, sur la rive opposée de ce lac, les calcaires jurassiques du Tressenstein, probablement kimeridiens, plongent au Nord. Il semble donc que les calcaires noriens à *Halorella pedata*, qui affleurent sur la rive méridionale du lac, sont situés dans un synclinal de la nappe dont fait partie le Todte Gebirge et auquel le lac d'Altaussee doit vraisemblablement son existence (pl. I, fig. 4). Nulle part on n'a l'impression que les terrains triasiques de la dépression d'Aussee s'enfoncent sous les terrains de cette nappe, c'est manifestement l'inverse qui se produit. Il y a lieu, dès lors, de considérer la *nappe du Todte Gebirge* comme une nappe indépendante, inférieure à la nappe du Sel et non supérieure, comme l'est la nappe du Dachstein. On peut l'envisager comme l'homologue de la nappe du Schafberg, où le Tithonique est également représenté par des calcaires coralligènes, le Plassenkalk, qui manque dans la nappe de Bavière. Par contre, une différence essentielle entre les deux nappes réside dans la présence du Hauptdolomit dans la nappe du Schafberg, du calcaire du Dachstein dans celle du Todte Gebirge. Néanmoins la situation des deux nappes par rapport à la nappe de Bavière, d'une part, par rapport aux nappes du Sel et de Hallstatt, de l'autre, est absolument la même. D'ailleurs la dépression de Goisern et d'Aussee n'est autre chose que le prolongement de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, brusquement élargie au Sud, par suite de l'ablation, sur une largeur d'environ 8 km., de la partie de la nappe du Dachstein qui primitivement la recouvrait à peu près en totalité.

Il nous reste maintenant à examiner les relations que présentent entre elles, dans l'intérieur de la dépression, les nappes B, S et H.

Déjà à Reiterndorf, au S.E. d'Ischl, on rencontre un lambeau de la nappe S, composé de Haselgebirge et de dolomies ladiniennes, qui repose sur le Jurassique et sur le Néocomien de la nappe B. Après un premier affleurement de gypses werfeniens, la route de la Saline d'Ischl traverse des calcaires jurassiques et des schistes néocomiens fortement disloqués, puis elle pénètre dans la petite dépression de Perneck, où une bande de Werfenien s'intercale de nouveau entre le principal lambeau néocomien et les dolomies ladiniennes du Brunnér Berg. Le Werfenien s'étend bien plus loin vers le Sud que ne le figure la Carte géologique,

1. Voir ÉMILE HAUG. *Traité de géologie*, pl. CIX, 2.

une carrière de gypse se trouve presque en face des premiers bâtiments de la Mine, de sorte que l'on est en droit d'admettre qu'une bande de Werfenien, peut-être étirée par places, relie l'affleurement de Perneck à celui du Steinberg. A l'Est de cette bande le Néocomien plonge vers l'Ouest et semble, à première vue, s'enfoncer régulièrement sous le Werfenien et sous les dolomies ladiniennes du Brunner Berg. Mais, en réalité, les choses ne se passent pas d'une manière aussi simple.

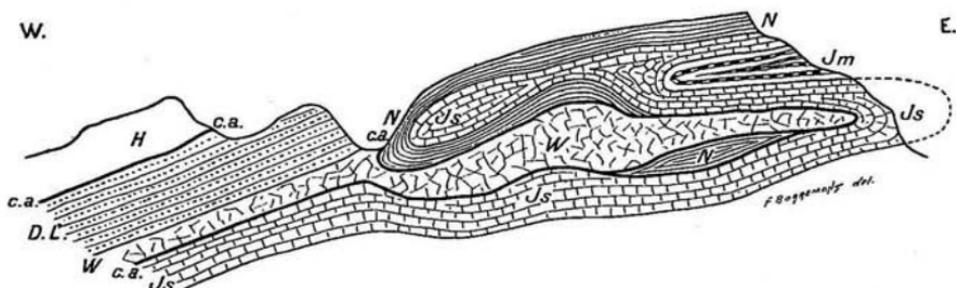


FIG. 4. — COUPE HYPOTHÉTIQUE MONTRANT L'ENVELOPPEMENT DE LA BRÈCHE SALIFÈRE DE LA NAPPE S PAR LE JURASSIQUE ET LE NÉOCOMIEN DE LA NAPPE B.

W, Schistes werfeniens et brèche salifère; DL, Dolomies ladiniennes; H, Calcaire de Hallstatt; Jm, Jurassique moyen (couches d'Oberalm); Js, Jurassique supérieur (calcaire du Tressenstein); N, Néocomien; c. a., Contact anormal.

Les renseignements que j'ai pu obtenir dans la Mine m'ont appris que la Brèche salifère exploitée forme une sorte de dôme sous le Néocomien et qu'aucun sondage n'en a atteint le fond. Je n'ai malheureusement pu me procurer ni plans ni coupes de l'ex-

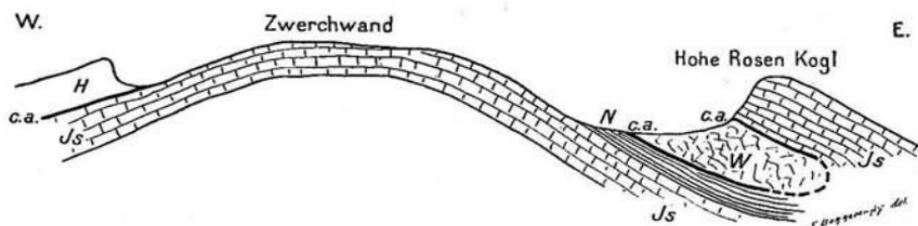


FIG. 5. — COUPE PARALLÈLE A LA PRÉCÉDENTE, PASSANT PAR LE COL QUI CONDUIT DE LA REINFALZ ALP A LA HÜTTENECK ALP.

W, Schistes werfeniens et brèche salifère; Js, Jurassique supérieur; N, Néocomien; H, Calcaire de Hallstatt.

ploitation, mais les contours de la Carte géologique, basés certainement sur des levés détaillés et mes observations personnelles, m'ont conduit à admettre l'existence d'un renversement du Jurassique et du Néocomien sur la Brèche salifère. J'ai essayé

de traduire par une coupe (fig. 4) l'interprétation à laquelle je me suis arrêté provisoirement. Il est difficile d'expliquer autrement que dans l'hypothèse d'un grand pli couché la réapparition du Néocomien à la Reinfalz Alp et l'existence d'une bande étroite de Werfenien au Sud du Steinberg et dans le couloir qui monte de la Reinfalz Alp à la Hütteneck Alp. Ici (fig. 5) les marnes salifères sont manifestement pincées dans un synclinal de calcaires jurassiques et le Néocomien est partiellement conservé sur le flanc nord-est de la Zwerchwand, tandis qu'il est étiré sur le flanc inverse, sur le versant sud-ouest du Hohe Rosen Kogl.

La Zwerchwand n'est autre chose que le prolongement vers l'Est d'une paroi de Jurassique supérieur qui, plus à l'Ouest, porte le nom de Ewige Wand et dont le point culminant est le Predigstuhl (1276 m.). C'est le front d'une énorme dalle calcaire inclinée au N.W., qui n'est séparée de la Jochwand que par la coupure de la Traun. A Anzenau ce calcaire zoogène est exploité dans une carrière. Au lieu de supporter du Néocomien, il s'enfonce au Nord sous les dolomies ladinienes de la nappe S, continues avec celles du Brunner Kogl, et sous une masse de calcaire de Hallstatt, superposée sur son bord est à ces mêmes dolomies et primitivement continue à l'Ouest avec le lambeau de calcaire de Hallstatt qui apparaît sous la nappe D, sur la rive gauche de la Traun.

Le substratum normal des calcaires jurassiques supérieurs est constitué, à la Ewige Wand, comme à la Jochwand, par des couches d'Oberalm et par les marnes du Lias. Celles-ci s'étendent au Sud jusqu'au Stambach, près Goisern, où elles sont fossilifères.

Cette série jurassique appartient incontestablement, par ses faciès et par sa situation au-dessous des lames des nappes S et H, à la nappe B, qui affleure ici grâce à un bombement périclinal, dont le centre se trouve à Goisern. Dans la retombée nord, la série est complète. Il en est de même dans la retombée ouest. Par contre, dans la retombée sud, les termes supérieurs manquent, de sorte que les marnes salifères de la nappe S s'appuient directement sur les marnes liasiques. A l'Est, la nappe B disparaît entièrement sous une couverture de marnes du Zlambach (nappe S) et sous une lame de calcaire de Hallstatt (nappe H).

Nous abordons ici une région très boisée, traversée de ravins profonds, tels que le Stambach, les deux Zlambach, le Lupitschbach. Deux sommets calcaires bien individualisés, le Raschberg (1485 m.) et le Sandling (1716 m.) dominant un chaos de croupes

arrondies et de pointements rocheux, qui s'étend jusqu'à la limite méridionale et occidentale de la dépression (pl. I, fig. 3).

Les couches les plus anciennes qui viennent à l'affleurement sont les marnes salifères et les schistes rouges du Werfenien. La Carte géologique ne figure aucun lambeau de Virglorien ou de dolomies ladinienes. Les marnes du Zlambach, qui renferment une faune norienne, couvrent de grandes surfaces. Elles présentent des intercalations de calcaires à *Halorella pedata* et sont couronnées de calcaires noduleux à Céphalopodes, connues sous le nom de Pötschenkalk, qui forment une paroi abrupte, la Pötschenwand, au Nord de la route de Goisern à Aussee. On rencontre également, dans la région, des marnes à fossiles rhétiens ou liasiques, qui semblent quelquefois succéder en concordance aux marnes du Zlambach, tandis qu'en certains points, on est en droit de se demander si l'on n'est pas en présence d'affleurements de la nappe B, apparaissant dans de petites fenêtres. Sous cette réserve, on peut admettre que tous les termes que je viens d'énumérer appartiennent à une seule et même nappe, la nappe du Sel. En effet, les marnes salifères et les marnes du Zlambach s'appuient, au Nord, sur les marnes liasiques de la Hüttenek Alp, qui font partie de la nappe B, tandis qu'au Sud les divers termes de la série s'enfoncent, au pied du Sarstein, sous les dolomies ladinienes de la nappe D.

Les calcaires de Hallstatt, carniens et noriens, apparaissent, au milieu des terrains occupés par des couches marneuses werfeniennes, noriennes ou liasiques, sous la forme de buttes isolées ou de crêtes allongées. D'après E. von Mojsisovics (3, 4) ils formeraient des intercalations dans les marnes du Zlambach, auxquelles ils passeraient latéralement par indentations répétées. Sans vouloir nier que ces passages latéraux existent réellement en certains points, je tiens à faire remarquer que je n'en ai pas rencontré et que, par contre, j'ai maintes fois constaté la superposition au soubassement de marnes du Zlambach, de lambeaux de calcaires de Hallstatt formant des buttes isolées (pl. I, fig. 3). D'autres fois, ces lambeaux reposent directement sur les marnes liasiques. Il ne peut guère y avoir de doute qu'ils constituent des fragments d'une nappe distincte, superposée à la nappe du Sel (S). C'est précisément celle que j'ai appelée, dès 1904, la nappe de Hallstatt (H).

L'indépendance des deux nappes est particulièrement nette au Raschberg. Cette montagne est le lambeau de calcaire de Hallstatt le plus étendu de tout le Salzkammergut, puisqu'il mesure environ 6 kmq. Son contour est échancré et présente des

angles rentrants à chaque ravin, comme le ferait celui d'un témoin formé de couches peu inclinées qui seraient superposées normalement à un substratum plus ancien. Mais en réalité ce substratum est hétérogène et comprend surtout des terrains plus anciens que le calcaire de Hallstatt. Au Nord ce calcaire repose sur des marnes liasiques ; à l'Ouest et au Sud, sur des marnes du Zlambach¹ ; à l'Est, soit sur des marnes liasiques, soit sur des couches de Werfen. Les couches du Zlambach sont noriennes et même partiellement rhétiennes, les calcaires de Hallstatt du Raschberg, qui leur sont superposés, sont carniens, au moins dans leur partie inférieure. Il est évident, dès lors, que le Raschberg est un grand lambeau de recouvrement appartenant à la nappe H et charrié sur la nappe S. J'ai signalé plus haut la même superposition au Sud de la mine de Hallstatt, mais, au Raschberg, on ne peut songer à voir, dans le plan de contact entre les deux formations, une simple surface de glissement entre des couches appartenant à une même nappe ; il y a charriage de couches carniennes à faciès calcaire sur des couches noriennes à faciès marneux (pl. I, fig. 3).

Il me reste à parler du Sandling, montagne jurassique complètement isolée, qui surgit au milieu d'une région plus basse, entièrement triasique.

Trois hypothèses pourraient être invoquées pour rendre compte des relations entre le Jurassique du Sandling (schistes siliceux du Dogger, Tressensteinkalk et Plassenkalk) et son soubassement triasique et liasique.

Dans une première hypothèse, le Jurassique serait transgressif sur le soubassement et l'on s'expliquerait ainsi pourquoi il repose tantôt sur le Lias, tantôt sur les calcaires de Hallstatt, tantôt sur le Werfenien. Mais, outre qu'il serait assez insolite de voir commencer une série transgressive par des schistes appartenant au groupe Oolithique inférieur, il faudrait admettre, dans cette interprétation, des mouvements tangentiels immédiatement consécutifs de l'époque Liasique, car, tout à côté, les calcaires de Hallstatt reposent sur le Lias.

Une seconde hypothèse qui s'offre à l'esprit est celle que le Sandling correspond à une fenêtre des nappes S et H, dans laquelle le Jurassique de la nappe du Todte Gebirge apparaîtrait, en faisant hernie au dehors, grâce à un bombement local affectant à la fois les trois nappes. Le plongement des calcaires jurassiques du Sandling vers le S.E. et le redressement vertical qu'ont

1. Voir ÉMILE HAUG, *Traité de géologie*, pl. xcviij, 2.

subi au voisinage les calcaires de Hallstatt, notamment au Sud, militent à première vue en faveur de cette interprétation, que j'avais moi-même admise un moment (7). Mais alors on ne comprend pas pourquoi, au Nord, les divers termes du Jurassique se succèdent si régulièrement et pourquoi leurs couches ne présentent aucune trace de bombement.

Dans une troisième hypothèse, les couches jurassiques du Sandling seraient charriées et feraient partie d'une nappe superposée aux nappes S et H. Une coupe de la mine de sel d'Aussee, reproduite dans la « Geologie » de Franz von Hauer (p. 391, fig. 23) et une coupe plus détaillée dont j'ai vu la minute dans les bureaux de la Mine, mettent toutes deux en évidence des faits qui m'ont conduit à m'arrêter à cette interprétation (fig. 6). J'ai

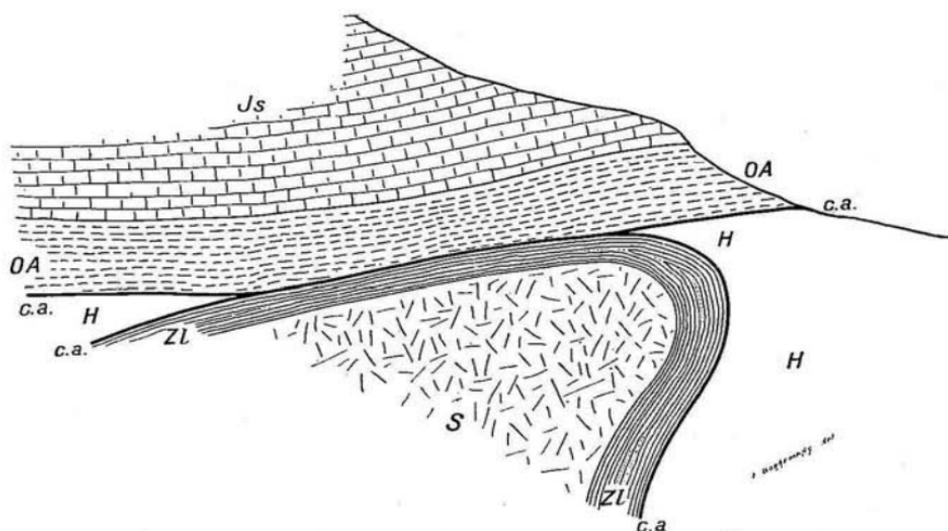


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE DE LA MINE D'AUSSEE
(D'APRÈS FR. VON HAUER ET LES DOCUMENTS EXPOSÉS DANS LA MINE).

S, Brèche salifère; ZL, Marnes du Zlambach; H, Calcaires de Hallstatt; OA, couches d'Oberalm; Js, Plassenkalk; c. a., Contact anormal.

eu du reste la bonne fortune de visiter la mine d'Aussee sous la conduite de M. E. Kittl et j'ai pu, à cette occasion, vérifier moi-même certains points.

En pénétrant dans la mine non loin du gîte fossilifère du Breslwies Kogl, on traverse d'abord des calcaires de Hallstatt noriens. On coupe ensuite, avant d'atteindre la brèche salifère, une bande de marnes noires, attribuée sur les coupes aux couches du Zlambach. On n'y a pas trouvé de fossiles, mais il ne me paraît pas douteux que l'on se trouve en présence de marnes

liasiques, identiques à celles qui affleurent au-dessus de la mine. La brèche salifère forme un bombement, qui est entièrement recouvert par les couches de marnes noires. On traverse ensuite de nouveau des calcaires de Hallstatt noriens, qui s'intercalent en coin entre les marnes noires et les couches d'Oberalm de la base du Sandling, et qui, à la surface, forment des lambeaux de recouvrement sur les marnes liasiques. Toutes les coupes sont d'accord pour faire passer les calcaires de Hallstatt *sous* le Jurassique supérieur du Sandling, conformément à l'interprétation que j'adopte maintenant. Il résulte donc des observations faites dans la mine d'Aussee que trois nappes se trouvent ici en superposition : la nappe du Sel, à laquelle j'attribue aussi les marnes noires ; la nappe de Hallstatt, constituée ici par des calcaires noriens, partiellement étirés, et une nappe de calcaires jurassiques, dont le Sandling est le seul témoin. Par analogie avec le Plassen, dans la fenêtre de Hallstatt, on est peut-être en droit d'assimiler ce témoin à la nappe du Dachstein, avec la réserve, toutefois, qu'il ne peut être question ici de lambeau du flanc inverse.

En résumé, on observe, dans la dépression de Goisern et d'Aussee, la superposition de cinq nappes, qui sont, de bas en haut : 1° la nappe de Bavière ; 2° la nappe du Todte Gebirge ; 3° la nappe du Sel ; 4° la nappe de Hallstatt ; 5° la nappe du Dachstein. Contrairement à ce que je pensais primitivement, la dépression n'est pas une fenêtre, les cinq nappes se succèdent même assez régulièrement du Nord au Sud, comme feraient des lames imbriquées, ultérieurement repliées, puis entaillées par l'érosion torrentielle. Cependant la nappe du Todte Gebirge manque dans la partie occidentale de la dépression, et la nappe de Hallstatt n'est plus représentée que par des lambeaux discontinus.

LA DÉPRESSION DE MITTERNDORF ET DE LIEZEN. — Il me reste à parler maintenant d'une région encore assez mal connue des Alpes autrichiennes, la dépression de Mitterndorf et de Liezen, qui confine au Nord et au Sud à des massifs très élevés et qui établit la communication entre la dépression de Goisern et d'Aussee et la moyenne vallée de l'Enns. Elle est entièrement située sur la feuille de Liezen de la Carte topographique de l'Autriche. Géographiquement elle appartient encore, au moins partiellement, au Salzkammergut et l'on y retrouve les terrains les plus caractéristiques de ce pays, notamment les calcaires de Hallstatt. C'est pour ces raisons que j'ai cru devoir l'englober dans la présente étude, quoique je n'y aie fait que des courses

très rapides. L'aperçu que je vais en donner est essentiellement provisoire, car nous ne possédons de cartes géologiques, autres que celles de Stur et de Fr. von Hauer à petite échelle, que pour les extrémités occidentales et orientales de la dépression. La carte du Salzkammergut à 1/200 000 de Kittl (2) s'étend, en effet, vers l'Est jusque un peu au delà de Mitterndorf. Pour ce qui est de l'extrémité opposée, l'excellent mémoire sur les environs du tunnel du Bosruck, publié par G. Geyer (3), fournit une base tout à fait précieuse à un essai d'interprétation tectonique d'un petit massif, qui, à proprement parler, ne fait plus partie de la région naturelle que j'étudie ici.

La dépression de Mitterndorf et de Liezen ne présente pas de limites orographiques très nettes. Elle confine au Nord au Todte Gebirge et au massif de Warscheneck, dont il importe tout d'abord d'examiner les relations mutuelles, en prenant pour base les rares documents relatifs à ces montagnes qui se trouvent soit dans un travail de G. Geyer sur les terrains jurassiques du Todte Gebirge¹, soit dans deux rapports annuels du directeur de la k. k. geologische Reichsanstalt (levés de E. von Mojsisovics)².

Il a déjà été question plus haut du bord occidental du Todte Gebirge. On doit à Geyer une étude approfondie des synclinaux de cet immense plateau de calcaires du Dachstein, dans lesquels sont conservées de larges bandes de terrains jurassiques. Nous sommes moins bien renseignés sur le bord méridional du massif, qui correspond à une zone de petits lacs (Gross See, Steyrer See, Schwarzen See), par où passe le Salzsteig, chemin qui mène des sources de la Salza aux sources de la Steyr. Au Sud de cette ligne, le calcaire du Dachstein fait place, comme l'a montré E. von Mojsisovics, au Hauptdolomit. Il semble donc qu'ici, comme sur le bord occidental du massif, la nappe du Todte Gebirge repose sur la nappe de Bavière, le long d'une ligne de contact anormal.

Le massif du Warscheneck, situé à l'Est de la haute vallée de la Steyr, est également constitué, d'après E. von Mojsisovics, par une série de couches triasiques caractéristique de la nappe de Bavière : dolomies ladiniennes, couches à *Cardita* carniennes, Hauptdolomit. Le plongement général de ces couches vers le N.W., notamment au Hutterer Höss, permet de penser que la haute vallée de la Steyr correspond à une dislocation, le long de

1. GEORG GEYER. Ueber jurassische Ablagerungen auf dem Hochplateau des Todten Gebirges in Steiermark. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIV, p. 335-366, fig., 1884.

2. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1886, p. 18-20; 1887, p. 2-4.

laquelle la nappe de Bavière s'enfonce sous la nappe du Todte Gebirge. Les couches de Gosau, si développées aux environs de Windischgarsten, accompagnent cette ligne de contact anormal jusque près des sources de la Steyr. Il me semble que l'on est en droit de conclure, de l'existence d'un accident qui fait tout le tour du Todte Gebirge et qui correspond partout à une limite hétéro-pique, que tout le massif du Todte Gebirge est sans racines et qu'il repose entièrement sur la nappe de Bavière.

La dépression de Mitterndorf et de Liezen est limitée au Sud par le massif du Dachstein et par son prolongement vers l'Est, le Grimming, qui n'est séparé du massif principal que par la gorge étroite, dite Durch den Stein, entaillée par l'érosion de la Salza. Les calcaires du Dachstein, horizontaux sur le bord septentrional du massif, jusque vers la coupure de la Salza, sont presque verticaux sur le versant nord du Grimming, qui semble correspondre à une belle charnière frontale.

La partie de la dépression située à l'Ouest de la Salza est un groupe de montagnes, dont l'altitude n'atteint pas 1700 m. et qui est séparé des hauts massifs du Todte Gebirge et du Dachstein respectivement par le Grundl See et par le seuil de Mitterndorf.

Le pittoresque Grundl See occupe l'emplacement d'un synclinal de la nappe du Todte Gebirge. Les calcaires du Dachstein et les couches jurassiques qui l'encadrent plongent régulièrement, de part et d'autre, vers son grand axe, dirigé presque W.-E. Toutefois E. Kittl (2) indique la présence de calcaire de Hallstatt à l'extrémité aval du lac et de Werfenien au pied ouest du Reschenhorn, sur la rive sud.

Le même géologue a rencontré non loin de là, dans l'Arzberg Wald, des roches éruptives basiques. Plus à l'Est, au petit col Am Bergl, Geyer signale, d'après Mojsisovics, des couches du Zlambach et, plus à l'Est encore, à l'Odernalp, près de la source de la Salza, des calcaires de Hallstatt. Sans avoir visité ces affleurements, je crois pouvoir expliquer leur présence au milieu du synclinal du Grundl See en les assimilant à des témoins de la nappe du Sel et de la nappe de Hallstatt conservés dans un synclinal de la nappe sous-jacente.

Le Hohe Zlain Kogl et le Türken Kogl constituent un anticlinal, qui sépare le synclinal du Grundl See d'une bande de couches de Gosau, décrite depuis longtemps par Peters, dans laquelle le Weissenbach a creusé son lit. Dans le bas du vallon, une faille locale met, au Nord, les couches de Gosau en contact avec les calcaires du Dachstein. Dans le haut, les couches de Gosau

reposent normalement sur des calcaires jurassiques et plongent comme eux vers le Sud. Elles s'enfoncent elles-mêmes sous une série qui comprend, de bas en haut, des dolomies, probablement virgloriennes, des calcaires de Hallstatt et (?) des calcaires du Dachstein (fig. 7). C'est le Schöttneritz Kogl.

Les dolomies reparaissent à la Teltschen Alp, située dans un vallon tributaire de la Salza. Au Sud, elles supportent un grand piton de calcaire de Hallstatt, le Feuer Kogl, où se trouvent les plus beaux gisements connus de Céphalopodes carniens (400 espèces environ). A l'Ouest de la Teltschen Alp se dresse le Röthenstein ou Rötelstein, où des calcaires de Hallstatt noriens, reposant sur des couches de Werfen, supportent des calcaires que l'on ne peut distinguer des calcaires du Dachstein. Le Feuer Kogl confine au Sud au Kamp (1681 m.), également constitué par des calcaires de Hallstatt carniens, sous lesquels E. Kittl (2) a observé, à l'Est et au Sud, des calcaires virgloriens, avec *Pty-*

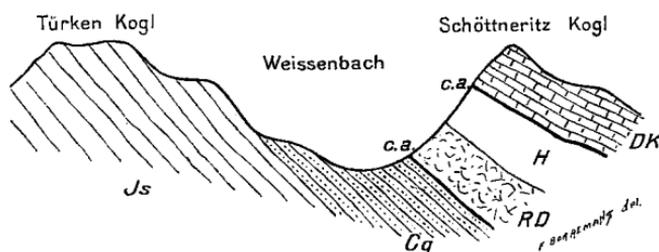


FIG. 7. — COUPE A TRAVERS LE SYNCLINAL DE COUCHES DE GOSAU DE WEISSENBACH, PRÈS AUSSEE.

RD, Dolomie ladinienne ; H, Calcaire de Hallstatt ; DK, Calcaire du Dachstein (?) ; Js, Jurassique supérieur ; Cg, Couches de Gosau ; c. a., Contact anormal.

chites et Brachiopodes, rappelant les couches de la Schreyer Alm, puis des dolomies et une bande de Werfenien, qui semble s'appuyer sur les terrains de la nappe de Bavière. E. Kittl insiste sur l'absence du Ladinien. C'est là un fait très fréquent dans le Salzkammergut, qui s'explique fort bien si l'on attribue les calcaires virgloriens et les calcaires de Hallstatt à deux nappes différentes S et H. Ici nous aurions donc un nouvel exemple de la succession si souvent constatée des nappes B, S et H.

A Pichl, Kittl signale, en outre, des couches de Gosau, qui semblent s'appuyer sur les dolomies du soubassement du Kamp.

Les environs immédiats de Mitterndorf permettent de faire également un grand nombre de constatations intéressantes. Malheureusement les dépôts glaciaires encombrant le seuil qui sépare les eaux de la Traun de celles de la Salza et rendent sou-

vent impossible l'étude des relations stratigraphiques et tectoniques des terrains secondaires.

Les collines situées au Nord d'Obersdorf et de Mitterndorf sont en grande partie constituées par des marnes liasiques (Fleckenmergel), qui appartiennent certainement à la nappe de Bavière, car elles reposent au Nord sur le Hauptdolomit. Elles supportent quelques lambeaux de calcaire de Hallstatt, sans intercalation de couches salifères. Mais celles-ci affleurent non loin de là, sur les deux bords du seuil glaciaire, notamment à Obersdorf, à Thörl, au Langmoos, etc.

A l'Ouest de Mitterndorf, une masse isolée de calcaire du Dachstein surgit au milieu des affleurements werfeniens. Mojsisovics l'envisage comme un lambeau affaissé, mais il est bien plus vraisemblable que l'on est en présence d'un témoin de la nappe D superposé à la nappe S. Le Wandl Kogl est d'ailleurs formé de calcaires de Hallstatt (H), qui semblent s'intercaler entre le Haselgebirge du Langmoos (S) et les calcaires du Dachstein qui constituent l'encadrement méridional de la dépression.

Entre la Salza, à l'Ouest, et le Grimming Bach, à l'Est, se trouve un groupe de montagnes, limité au Sud par le seuil glaciaire que suit le chemin de fer, au Nord par la ligne de contact anormal du Salzsteig, dont il a été question plus haut. Les terrains caractéristiques de la nappe de Bavière sont ici prédominants, les marnes liasiques descendent en pente douce jusque vers Klachau, mais le Krahstein semble être un lambeau de recouvrement, témoin d'une nappe supérieure, H ou D.

A Pürg apparaissent de nouvelles couches de Gosau. On les suit sur la rive gauche de l'Enns jusqu'à Liezen. Leurs affleurements entourent d'immenses blocs de calcaire du Dachstein, qui m'ont paru devoir être envisagés plutôt comme des lambeaux reposant sur le Crétacé que comme des pointements enracinés. Il n'y a pas de doute que l'on se trouve en présence du prolongement vers l'Est du Grimming et, par conséquent, de la nappe du Dachstein.

En descendant le cours de l'Enns et en suivant le bord méridional du massif du Warscheneck, nous ne tardons pas à rencontrer une région qui, grâce à un récent mémoire de M. Georg Geyer, est maintenant une des mieux connues des Alpes calcaires septentrionales.

Au Nord de Liezen, les couches de Gosau reposent sur les calcaires virgloriens ou sur les schistes werfeniens. Ceux-ci forment une bande qui commence en coin à l'Ouest de Liezen et qui va en s'élargissant vers l'Est jusqu'à Admont, où elle se bifurque.

Elle comprend le Saal Berg, le Harting Berg et le Plesch Berg. Elle appartient incontestablement à la nappe du Sel, car les couches qui la constituent s'appuient au Sud sur les schistes et grauwackes sous lesquels s'enfoncent les nappes des Alpes centrales.

Bien que Geyer n'indique aucun plongement autorisant cette interprétation, il me semble probable que la nappe du Sel s'appuie au Nord sur la retombée méridionale du massif du Warscheneck. Au Nord du col de Pyhrn, Mojsisovics signale des marnes liasiques, surmontées de calcaires à silex jurassiques, qui sont en contact direct avec des gypses et des schistes werfeniens.

Les couches de Gosau peuvent être suivies vers le Nord, au delà du col de Pyhrn, jusqu'à Spital (feuille d'Admont-Hieflau). Elles reposent, ici encore, sur le Werfenien et le Virglorien et ne paraissent pas déborder sur le Trias et le Jurassique du massif de Warscheneck. G. Geyer figure, dans la zone de couches de Gosau située au Nord de Liezen et au S.W. du col du Pyhrn, des lambeaux de calcaire du Dachstein coralligène (« Hochgebirgs-Korallenkalk »), mais il ne se prononce pas sur leurs conditions de gisement. Ce sont ou des pointements entourés de toutes parts de couches de Gosau, ou des lambeaux de recouvrement superposés à ces couches. Dans les deux cas, on doit les envisager comme des fragments de la nappe du Dachstein, superposés soit directement soit indirectement à la nappe du Sel.

Le plus important lambeau de calcaire du Dachstein coralligène de la région est le Bosruck, montagne isolée de 2008 m. d'altitude. Un tunnel le traverse, à l'étude duquel est en grande partie consacré le beau mémoire de Geyer. Il résulte de la coupe qui constitue la pl. 1 de cet ouvrage que la grande masse de calcaire du Dachstein est un lambeau chaviré, pincé entre deux bandes de Werfenien, qui laisse voir, sur le versant sud-est, son substratum normal de dolomies et de Werfenien. Toutefois des couches de Gosau s'intercalent ici entre le lambeau charrié et la grande bande méridionale de Werfenien. Ces couches ont été observées en surface et le tunnel les a traversées à 2200 m. de l'orifice sud. Le fait que le contact de la masse du Bosruck avec les roches encaissantes a lieu partout par faille, me porte à admettre que l'on est, ici aussi, en présence d'un lambeau de recouvrement de la nappe du Dachstein, enfoncé dans son substratum primitif, la nappe du Sel.

On remarquera l'absence des calcaires de Hallstatt dans toute la région étudiée par Geyer.

En résumé, la dépression de Mitterndorf et de Liezen con-

stitue le prolongement de celle de Goisern et d'Aussee. On y observe la même succession de nappes : nappe de Bavière, nappe du Todte Gebirge, nappe du Sel, nappe de Hallstatt, nappe du Dachstein, cette dernière confinée sur le bord méridional.

CONCLUSIONS. — Les résultats tectoniques exposés dans les pages précédentes sont en parfait accord avec les conclusions de la seconde partie de ce mémoire. J'ai pu établir que, dans le Salzkammergut, comme dans les Alpes de Salzbourg, plusieurs nappes peuvent être observées en superposition.

Dans les deux régions, la nappe de Bavière (B) est la plus profonde, la nappe du Dachstein (D) est la plus élevée, l'une et l'autre affleurent sur de grandes étendues et forment de grandes masses continues.

Il ne peut plus y avoir de doute, d'après les observations que j'ai relatées ci-dessus, que la nappe du Sel (S) et la nappe de Hallstatt (H) s'intercalent entre les nappes B et D. L'une et l'autre sont fréquemment étirées et ne sont souvent plus représentées que par des lambeaux discontinus. On pourrait être tenté de rapporter ces lambeaux à une nappe unique et je suis très disposé à croire que leur gisement primitif se trouve dans une même zone tectonique, mais j'ai montré au cours de ce travail qu'en plusieurs points, des calcaires de Hallstatt carniens reposent sur des couches noriennes ou liasiques qui appartiennent à la même série stratigraphique que les brèches salifères. On est donc certainement en présence de deux séries superposées, séparées par une surface de charriage.

L'étude tectonique du Salzkammergut m'a révélé en outre l'existence d'une cinquième nappe ou d'un groupe de nappes indépendantes des quatre autres, qui vient s'intercaler entre la nappe B et la nappe S. Il est possible qu'on en retrouve des lambeaux dans les Alpes de Salzbourg. Dans le Salzkammergut, j'ai constaté que la nappe du Schafberg, la nappe du Todte Gebirge et la nappe du Rigausberg occupent toutes trois la même situation par rapport aux nappes B et S. Des considérations tectoniques et stratigraphiques s'opposent cependant à ce qu'on les identifie. Peut-être constituent-elles des digitations d'une nappe unique. Dans tous les cas, elles forment, avec la nappe de Bavière, un groupe inférieur de nappes, que l'on peut opposer à un groupe supérieur, comprenant les nappes S, H et D.

Je conclus donc dans le même sens que M. Leopold Kober, l'un des meilleurs élèves de mon regretté ami le professeur Uhlig, qui a rencontré, dans la partie orientale des Alpes calcaires sep-

tentrionales, une série de nappes présentant les mêmes caractères que celles des Alpes de Salzbourg et du Salzkammergut et se succédant dans le même ordre. Je reviendrai sur cette assimilation dans la quatrième partie de ce mémoire, où après avoir exposé quelques observations complémentaires, je compte répondre aux critiques qui ont été adressées, par plusieurs auteurs, à mon interprétation. Je me propose également, en partant de considérations stratigraphiques, d'y traiter la question si difficile de la *racine* des nappes.

SUR LA GÉOLOGIE DE L'EXTRÊME-SUD TUNISIEN ET DE LA TRIPOLITAINE

PAR **Léon Pervinquière** ¹.

* PLANCHES II ET III.

La délimitation de frontière entre la Tunisie et la Tripolitaine m'a fourni l'occasion de prolonger mes études dans l'Extrême-Sud de la Tunisie, jusqu'à Ghadames. J'ai pu ainsi compléter les observations faites dans des voyages antérieurs (1900 et 1905). D'autre part, les officiers de la mission, spécialement les capitaines Boué et Calmon, ont recueilli quelques fossiles qu'ils ont bien voulu me remettre. J'ai reçu également de MM. Hégly et Lemoigne des fossiles de Tripolitaine et de Cyrénaïque, dont plusieurs ont une grande importance, comme on le verra plus loin. Je suis heureux d'exprimer mes remerciements à tous ceux qui m'ont ainsi aidé, mais je tiens particulièrement à témoigner de ma reconnaissance à l'égard de M. Alapetite, résident général de France en Tunisie, qui m'a fait l'honneur de me charger d'une mission spéciale dans l'Extrême-Sud, au colonel Foucher, commandant militaire des territoires du Sud, et au commandant Donau, qui se sont ingéniés à me faciliter ma mission.

Pour la commodité de l'exposé, je partagerai mes observations en un certain nombre de chapitres répondant à des régions naturelles bien définies.

I. — NEFZAOUA.

La chaîne du Djebel Tebaga, qui enserme, au Sud, le Chott el Fedjedj, offre une grande partie du Crétacé moyen et du Crétacé supérieur, lesquels forment deux crêtes courant parallèlement entre elles, sur une soixantaine de kilomètres, et finissant par se fondre en une seule. L'une et l'autre appartiennent au flanc méridional, tandis que le flanc septentrional a presque entièrement disparu par érosion; il en reste seulement quelques témoins au bord des Chotts (Dj. Klikr). Il me paraît utile de donner une coupe de cette chaîne, dont la constitution n'était connue que par quelques phrases, un peu vagues, de Léon Dru et de M. Aubert.

¹. Note présentée à la séance du 18 mars 1912.

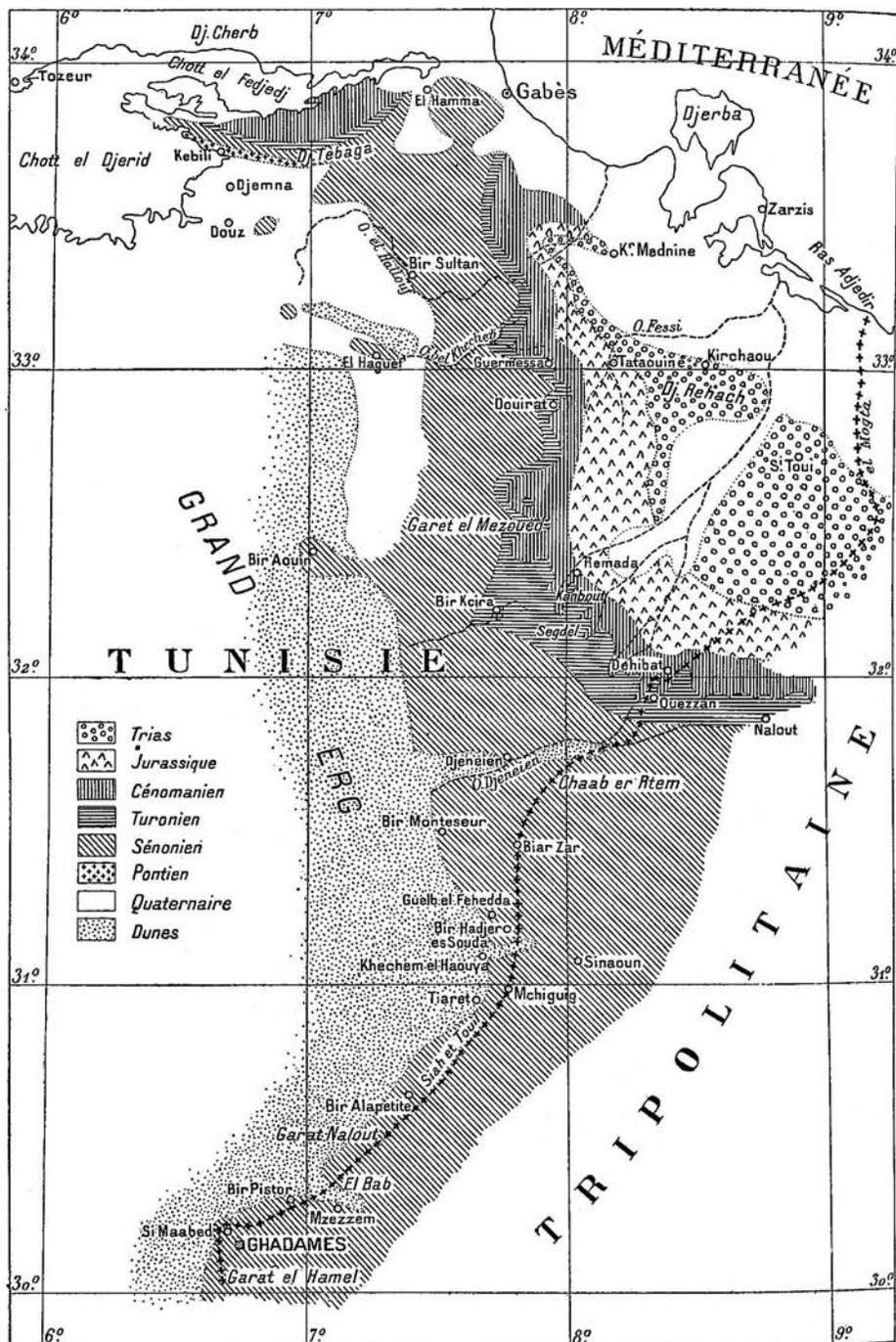


FIG. 1. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE L'EXTRÊME-SUD TUNISIEN. — Échelle : 1/3 000 000.

La coupe que j'ai relevée (fig. 2.) passe par le Khanguet Rhar et Tine et le Khanguet Selasia¹, à quelques kilomètres au N.E. de Kébili.

1) Au Sud-Ouest de Limagues s'étend une plaine argileuse, où les couches, très peu inclinées, s'étalent largement. Les marnes et argiles qui les constituent sont riches en gypse; tout le sol est couvert par une croûte gypseuse, et le substratum apparaît seulement dans les ravins. Ces marnes peuvent avoir une centaine de mètres de puissance à partir de Limagues.

2) Une petite crête émerge de cette plaine. Elle est formée par des bancs de calcaire dolomitique, d'abord jaune verdâtre et carié, puis gris-foncé (roux en surface) et alors beaucoup plus dur. Au sommet est un gros banc (2 m.), très dur, qui accuse une pente de 3° vers le Sud. L'ensemble a 10 m. de puissance. On n'y aperçoit que de vagues traces de fossiles. Ce sont, sans doute, ces couches que MM. AUBERT et PH. THOMAS ont rapportées à l'Albien; ce peut aussi bien être du Cénomanién.

3) Au-dessus vient une masse de marnes et d'argiles, où s'intercalent quelques lits de calcaire marneux et de calcaire dur, gris, ainsi que des couches de gypse. Tout l'ensemble est couvert d'une croûte gypseuse et fort mal visible (100 m.?).

4) Avec les pentes commence une suite de bancs de calcaire grossier à intercalations marneuses (15 à 20 m. environ).

5) Un banc de calcaire dur, jaune roux, forme une barre au flanc de la montagne (1 m.).

6) Le palier, déterminé par le banc précédent, est couvert de marnes à plaquettes calcaires, blanches, roses, violacées (50 cm.).

7) Des marno-calcaires (7-8 m.) offrent à leur partie supérieure un niveau assez riche en fossiles: *Enallaster* cf. *E. Delgadoi* DE LORIOI (probablement une espèce nouvelle), *Exogyra stabellata* GOLDF., *Liostrea Delettrei* COQ., *Pholadomya Vignesi* LARTET (*P. Fontannesii* CHOFFAT). Cette faune rappelle beaucoup celle du Cénomanién du Portugal.

8) Au-dessus se développe une masse (35-40 m.)

1. Feuille Kébili de la Carte à 1/100 000 de la Tunisie. La petite carte ci-contre (fig. 1) suffira pour l'orientation du lecteur.



FIG. 2. — COUPE DU DJEBEL TEBAGA. — Longueurs : 1/40 000; hauteurs : 1/20 000. 1-2, Albien (?); 3-8, Cénomanién; 9-11, Turonien; 12-18, Sénomien; 19-21, Pontien.

d'argiles et de marnes très gypseuses, généralement vertes, parfois violacées, contenant quelques lits de calcaires en plaquettes et de marnes blanches. Les fossiles consistent en quelques *Exogyra flabelata* GOLDF. et *Lioostrea Delettrei* COQ. Dans leur partie moyenne, les argiles sont exploitées en galeries pour poterie ¹. Le toit des galeries est formé par une lumachelle à *Lioostrea Delettrei* COQ.

Là s'arrête probablement le Cénomanién.

9) Ces marnes et argiles sont couronnées par quelques bancs de calcaire dolomitique grisâtre, occasionnant un petit palier (5 m.).

C'est peut-être l'analogue du banc calcaire par lequel débute le Turonien dans des régions plus septentrionales de la Tunisie.

10) Au-dessus viennent des alternances (1 m.) de marnes et de calcaires dolomitiques gris, riches en nodules de silex bruns ou noirs ; vers le milieu, un banc est presque entièrement transformé en silice.

En surface, j'ai trouvé une Ammonite assez usée, qui ne me semble pas pouvoir être séparée de celle que j'ai nommée *Mammites armatus* et qui caractérise le Salmurien.

11) La crête de la montagne (la plus septentrionale des deux grandes crêtes du Dj. Tebaga) est formée par une grosse dalle (5 m.) de calcaire dolomitique, roux ou noir en surface, gris blanc à l'intérieur ; certaines parties sont littéralement bourrées de silex noirs ou bruns. Au bas des pentes, on constate encore une série de bancs analogues, coupés en biseau, ce qui porte à 15 ou même à 20 mètres l'épaisseur totale de ces calcaires, qui doivent représenter le Turonien supérieur, d'après ce que j'ai vu dans la Tunisie centrale ; toutefois, je n'y ai pas trouvé de fossiles.

Les couches plongent ici de 10° vers le Sud.

12) Le Sénonien inférieur est constitué par des marnes et des argiles très épaisses (200 m. environ), qui occupent toute la longue vallée monoclinale comprise entre les deux crêtes. Cette formation est peu visible et il eût fallu un temps assez long pour y chercher des fossiles.

13) Au pied de la ligne de crête méridionale, on voit des argiles verdâtres, gypseuses, dans lesquelles s'intercale un lit de calcaire marneux très riche en *Exogyra spinosa* MATH. (*Ex. plicifera* DUB.) (15 m.). Ces couches doivent encore appartenir au Sénonien inférieur.

14) Quelques bancs de calcaires gris jaunâtre et de marnes sont suivis de marno-calcaires dolomitiques, jaunes, se divisant en petites esquilles (15 m.).

15) Puis viennent 2-3 bancs d'un calcaire jaunâtre, scintillant, formant un ressaut dans la pente (2 m.).

16) Ils supportent une cinquantaine de mètres de marno-calcaires magnésiens, jaunâtres, avec quelques intercalations de calcaires blancs ou gris (50 m. environ). A Mennchia, j'ai recueilli, dans cette formation, de nombreuses Exogyres semblables à celles qui avaient été rappor-

1. Le défilé de Rhar et Tine (la grotte de l'argile) doit son nom à cette particularité.

tées par la Mission des Chotts et que MUNIER-CHALMAS avait déterminées comme *Ostrea Mermeti* Coq., var. *sulcata* (tout le test est couvert de petites côtes onduleuses). Ce semble être une forme ancestrale d'*Ex. Overwegi* DE BUCH, qu'on peut également attribuer à *Ex. decussata* GOLDF.

17) Une masse de calcaire (10 m.) forme ensuite une longue barre blanche qui se suit sur tout le front de la falaise. Les fossiles y sont assez nombreux, mais il est presque impossible de les dégager. Ce sont surtout des Oursins : *Pseudodiadema*, *Salenia* (?), *Catopygus* (voisin de *C. lævis* Ag., mais probablement d'espèce nouvelle), *Hemiaster*.

18) La falaise est couronnée par une puissante dalle de calcaire très dur, un peu siliceux, blanc à l'intérieur, avec des taches roses, jaune ou roux en surface. Les fossiles n'y sont pas très rares, mais on ne peut obtenir que quelques débris, mis en saillie par les actions atmosphériques (peut-être des Orbitoïdes, Radiolites et radioles d'Oursins). Ces fossiles sont peu caractéristiques. Par comparaison avec le Sénonien de la rive nord des Chotts et de la chaîne de Gafsa, je crois qu'on doit considérer ces calcaires comme représentant une partie du Campanien.

Cette masse calcaire, dont l'épaisseur est de 20 mètres, forme des abrupts sur le versant nord de la chaîne, tandis qu'au Sud elle descend doucement dans la plaine, sous une pente moyenne de 10°.

On voit les couches crétacées disparaître sous des argiles plus ou moins gypseuses, plus ou moins sableuses, dont on ne peut saisir l'allure ni la composition exactes, mais que nous connaissons maintenant, grâce aux sondages qui viennent d'être entrepris à Kebili. Avant de passer à l'examen de ceux-ci, constatons que le Crétacé est incomplet ici et que l'Éocène fait complètement défaut (on ne l'a jamais rencontré au Sud des Chotts).

L'anticlinal du Dj. Tebaga est le plus méridional de toute la Tunisie. Plus au Sud, jusqu'au Sahara inclus, nous ne rencontrons plus aucun plissement. C'est le régime tabulaire parfait ; à peine les bords du plateau sont-ils un peu relevés. Notons, en passant, que cette dernière chaîne, située au Sud des Chotts, offre des couches beaucoup moins redressées que sa symétrique de l'autre côté du Chott, le Dj. Cherb, dont le versant méridional est presque vertical, en certains points¹.

L'anticlinal du Tebaga décrit une ellipse et vient se souder, du côté oriental, au rebord du plateau des Matmata, donnant ainsi naissance à une sorte de caniveau très remarquable. Il est

1. J'ai traversé très rapidement cette chaîne du Cherb, au Khanguet el Asker ; j'ai constaté que l'allure était un peu plus compliquée qu'il ne le semblerait à la lecture du mémoire de PHILIPPE THOMAS. Il y a, en réalité, trois anticlinaux accolés (légèrement obliques par rapport à la direction générale de la chaîne), dont le plus méridional a été fortement érodé et a partiellement disparu.

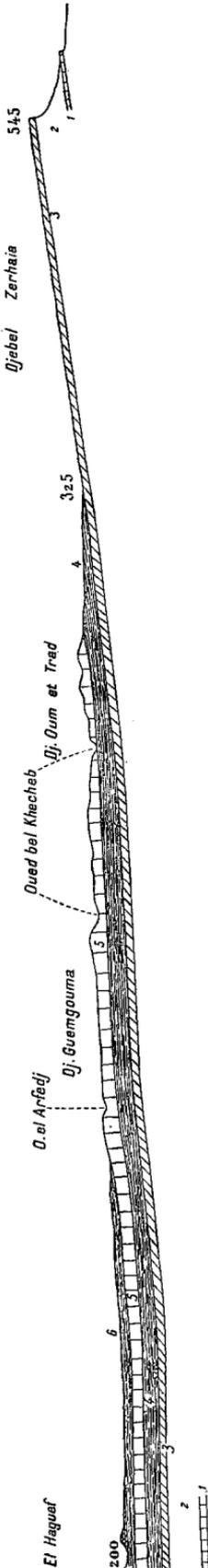


FIG. 3. — COUPE DU BORD DU DAHAR ET DE LA CUVETTE DU NEFZAOUA. — Longueurs : 1/300 000; hauteurs : 1/40 000 environ. 1-2, Cénomanien; 3, Turonien; 4-6, Sénonien.

probable que ce rebroussement a été accompagné de cassures auxquelles sont dues les sources chaudes (45°) d'El Hamma (des Beni Zid).

Le Nefzaoua affecte ainsi la forme d'une cuvette incomplète, dont le Dj. Tebaga et le plateau des Matmata et de Douirat forment deux des bords; la cuvette est ouverte du côté opposé et se prolonge par le Souf.

Le bord oriental de la cuvette (fig. 3) est formé par le Cénomanien (1-2) et le Turonien (3), dont nous verrons la composition à propos de la Djefara. Le Turonien s'étale largement dans le Dahar; il supporte quelques collines coniques ou allongées, auxquelles fait suite, dans l'Ouest, un nouveau plateau peu élevé, constitué par le Sénonien (4-6). Ainsi, dans l'Oued bel Khechab, près de Gueber Rhalia, dans un éperon du Dj. Oum et Trad, la grosse dalle de calcaire dolomitique à Radiolites (Turonien) supporte :

a) Argiles ou marnes verdâtres (10-15 m.?).

b) Bancs de calcaire blanc, un peu cristallin (4 m.).

c) Marnes blanches, coupées de quelques bancs de calcaire dolomitique jaunâtre, sub-cristallin, renfermant des nodules de quartz (20 m.).

d) Banc de calcaire dur, blanc ou rosé, à silex violacés (4 m.).

e) Marnes blanches (5-6 m.).

f) Calcaire blanc ou jaunâtre, légèrement dolomitique, contenant des silex violacés et, dans le haut, des nodules quartzeux, noirs en surface, mais blanc à l'intérieur.

Ces calcaires ont ici 10 à 12 mètres, mais ils sont incomplets. Un peu plus

loin, dans le S.W., au Dj. Guemgouma, on voit que ces calcaires atteignent 50 mètres de puissance. Il y a d'abord deux ou trois gros bancs (1 m.-1 m. 50) de calcaire blanc ou rose, cristallin, puis des calcaires en bancs plus minces, blancs, gris, jaunâtres, également cristallins, alternant avec quelques lits de calcaires dolomitiques jaunâtres; le tout se termine par des bancs calcaires, riches en cristaux de calcite.

Je n'ai pas trouvé de fossiles déterminables dans tout cet ensemble. Je considère que cette grande masse calcaire (5) est l'équivalent de celle qui forme les pentes sud du Dj. Tebaga et que j'ai attribuée au Campanien; les calcaires seraient seulement plus développés ici, tandis que les marnes inférieures (représentant le Santonien + le Coniacien) (4) seraient beaucoup plus réduites. Rien n'indique que la succession soit incomplète.

Les couches du Dj. Guemgouma et du Dj. Goulouglane s'inclinent très légèrement vers le S.W. ou l'W.S.W. ($1/2$ degré). Elles forment les dernières pentes du Dahar et finissent par disparaître sous les alluvions et surtout sous les sables¹. A une vingtaine de kilomètres plus loin, près d'El Haguef, quelques témoins rocheux émergent des dunes. Dans les déblais du puits, on trouve des débris d'un calcaire bréchoïde, jaune tirant sur le saumon, avec taches rouges, plus foncées, et nombreuses veines de calcite, puis des argiles feuilletées, bleu ardoise, renfermant *Alectryonia Nicaisei* Coq.² (6). C'est donc encore du Campanien. Ces argiles me semblent devoir reposer sur les calcaires du Guemgouma. Elles supportent une série de bancs calcaires (30 m.), jaunes ou rouges, couronnés par le Ksar Ghilane. Ces calcaires rappellent beaucoup le Maestrichtien de la région de Djeneien, et je n'hésite pas à les mettre en parallèle.

Les quelques pitons qui pointent à travers les dunes couvrant tout le pays (Touil Ahmed bel Rached, Touil Yazoul, Touilet ed Debbabi) paraissent avoir la même composition, autant qu'on peut en juger par les rares affleurements laissés à nu par le sable. Quelques couches présentent une pente notable ($4-6^{\circ}$), mais de sens variable; il s'agit vraisemblablement d'affaissements locaux.

Une partie de la cuvette du Nefzaoua est remblayée par des dépôts relativement récents, dont la coupe nous est donnée par les forages de Kebili. J'en citerai trois exemples, d'après les relevés du Service des Mines :

1. J'ai placé leur étude ici parce que cette portion du Dahar limite la cuvette du Nefzaoua.

2. M. ВЕРТНОН, ingénieur des Mines à Tunis, m'a communiqué quelques fossiles venant de la région d'El Haguef, entre autres : *Alect. Renoui* Coq., var. *Numida*, qui provient sans doute de ces marnes.

I. — Puits de la mosquée.

	Profondeur		Épaisseur.
1	0 à 1 m.	Sable gypseux.....	1 m.
2	1 à 4	Sable blanc peu argileux.....	3
3	4 à 5	Sable et petits cailloux.....	1
4	5 à 7	Sable.....	2
5	7 à 8	Mélange de sable argileux et de graviers...	1
6	8 à 10	Sable blanc.....	2
7	10 à 11	Sable rouge.....	1
8	11 à 14	Sable avec débris de calcaire et de gypse..	3
9	14 à 15	Sable verdâtre.....	1
10	15 à 18	Sable rougeâtre.....	3
11	18 à 21	Sable blanc rougeâtre.....	3
12	21 à 24	Sable blanc un peu argileux.....	3
13	24 à 25	Argile rougeâtre.....	1
14	25 à 29	Argile blanc verdâtre.....	4
15	29 à 30	Sable rouge.....	1
16	30 à 31	Argile sableuse.....	1
17	31 à 31,50	Sable verdâtre.....	0,50
18	31,50	Banc de calcaire blanc siliceux (Sénonien)..	0,50

Altitude du sol : 53 mètres — Diamètre du forage : 165 mm.

En 1908, le forage fut approfondi de 60 centimètres dans le calcaire sénonien ; le débit passa alors de 2 litres 33, à la seconde, à 10 l. 28 (888 m³. par jour), mais il a fléchi fortement, à la suite du creusement du puits de l'autrucherie tunisienne.

II. — Puits du bordj de la troupe.

	Profondeur.		Épaisseur.
1	0 à 2 m.	Sable blanchâtre ou rougeâtre avec gypse.	2 m.
2	2 à 3	Sable blanc très fin.....	1
3	3 à 4	Sable fin, blanc rougeâtre.....	1
4	4 à 5	Sable rougeâtre.....	1
5	5 à 11	Sable limoneux, rouge, blanc, jaune...	6
6	11 à 12	Sable jaunâtre.....	1
7	12 à 13	Sable blanchâtre.....	1
8	13 à 17	Sable rouge, un peu argileux, avec rognons gypseux.....	4
9	17 à 25	Sable blanchâtre peu argileux.....	8
10	25 à 26	Sable rouge un peu argileux.....	1
11	26 à 27	Argile rougeâtre, sableuse et graveleuse...	1
12	27 à 28,50	Argile blanche, sableuse et graveleuse....	1,50
13	28,50 à 29	Argile blanche à rognons calcaires roses..	0,50
14	29 à 30	Argile brune.....	1
15	30 à 31	Argile blanche avec graviers.....	1
16	31 à 32	Argile bleutée.....	1
17	32 à 34	Argile rouge.....	2
18	34 à 37	Argile blanchâtre, sableuse ou graveleuse.	3

19	37 à 38	Blocs de calcaire roulés, dans de l'argile	1
20	38 à 40,25	Calcaire dur (Sénonien).....	2,25

Altitude du sol : 52 m. 50. — Diamètre du forage : 165 mm. — Débit : d'abord 0 l. 60 par seconde, tombé à 0,25 (21 m³. par jour), à la suite d'un autre forage.

III. — Puits de Bazma.

	Profondeur.		Épaisseur.
1	0 à 0,50	Sable mouvant.....	0,50
2	0,50 à 2	Sable et gypse.....	1,50
3	2 à 3	Sable blanc gypseux.....	1
4	3 à 5	Sable blanc argileux.....	2
5	5 à 10	Sable rouge argileux.....	5
6	10 à 11	Sable blanc gypseux.....	1
7	11 à 14	Argile blanc verdâtre.....	3
8	14 à 22	Sable rouge argileux.....	8
9	22 à 25	Argile grise.....	3
10	25 à 32	Argile blanche.....	7
11	32 à 35	Argile rouge.....	3
12	35 à 37	Sable blanchâtre argileux.....	2
13	37 à 42,30	Calcaire blanc (Sénonien).....	5,30

Altitude du sol 50 mètres — Diamètre du forage : 165 mm. — Débit : 14 litres à la seconde (1209 m³ par jour).

Ces exemples suffisent à montrer que, malgré les variations locales, on trouve toujours des sables (n° 21 de la coupe 2), surmontant une puissante couche d'argile (8-13 m., n° 20 de la coupe 2), qui repose elle-même sur le calcaire sénonien, parfois par l'intermédiaire de petits lits sableux ou graveleux (n° 19). C'est là que sont faits les captages.

C'est à cette couche d'argile que le Nefzaoua doit ses innombrables sources artésiennes. Les forages dont j'avais indiqué autrefois la possibilité ont été entrepris par le colonel Pujat et poursuivis depuis 1907 ; ils sont au nombre de neuf, presque tous près de Kebili. Il sera nécessaire d'espacer les suivants, car on est à la limite du débit.

Bien que ni les sables ni l'argile n'aient fourni de fossiles, je n'hésite pas à les paralléliser avec les formations analogues que l'on voit, si développées, de l'autre côté des Chotts et dans presque toute la Tunisie (Gafsa, Lorbeus, Cherichira, etc.). Les recherches de MM. BOULE et GOBERT nous ont appris qu'il fallait les attribuer au Pontien. Je crois que ce sont les mêmes couches que ROLLAND a rattachés au Pliocène dans l'Oued Rhir. Leur rôle économique est considérable, et leur extension mériterait d'être exactement délimitée.

II. — DJEFARA.

La plaine de la Djefara¹ est bordée par une haute falaise, constituée par le Crétacé moyen et une partie du Crétacé supérieur. Cette falaise décrit un arc énorme (600 kilomètres environ), depuis Gabès jusqu'à Khoms, en Tripolitaine ; elle circonscrit une sorte de golfe en pleine terre qui atteint 150 kilomètres de profondeur près de Dehibat. En Tripolitaine et dans une partie du Sud Tunisien, le terrain se relève doucement (de 300 mètres en moyenne) depuis le bord de la mer jusqu'au pied de la falaise. Par contre, dans la région de Tataouine sortent de terre deux gradins inférieurs, formés par le Jurassique et le Trias.

A la suite de mon voyage de 1905, j'avais signalé l'existence du Trias dans le Sud Tunisien, sans oser affirmer que les trois divisions, aisément reconnaissables, correspondaient bien aux divisions classiques. M. A. JOLY, qui étudia ultérieurement ce Trias, fut plus affirmatif ; il est probable qu'il a eu raison.

Le Trias est particulièrement bien développé dans les environs du Dj. Rehach. Au point le plus bas qu'on puisse atteindre, près de Kirchaou, affleurent des gypses (Oued Djebs), visibles

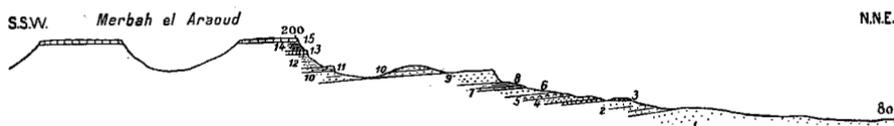


FIG. 4. — COUPE DES COLLINES AU NORD DU DJ. REHACH. — Longueurs : 1/20 000 ; hauteurs : 1/10 000.
1-10, Trias inférieur ; 11-15, Trias moyen.

dans des puits de 4 ou 5 mètres. Au-dessus s'étalent, dans la plaine, des grès très ferrugineux, à patine noire, qui sont fort peu inclinés ; aussi doivent-ils être peu épais. Pour voir la suite, il faut se diriger vers les hauteurs du Rgigila ou de Merbah el Araoud. Dans ce dernier cas, la coupe (fig. 4) est la suivante :

- 1) Grès à patine noire (suite des précédents), contenant des bois fossiles.
- 2) Argile rouge, gypseuse, avec lits de grès rouge, contenant des bois fossiles (10-12 m.).
- 3) Dalle de quartzite (0 m. 50).
- 4) Grès rouge fissile (3 m.).
- 5) Gypse et argile (3 m.).

1. Les noms principaux de la Djefara et du Dahar ont été marqués sur la carte ci-jointe (fig. 1) ; pour le surplus, se reporter à la carte à 1/100 000, feuilles Ghourmassen, Douirat, Tataouine, Kirchaou, Sidi Toui, Ain Zareth, Bir Fatnassia, Bir Oum Souigh, Dehibat, Gouiret Lila, Bir Guecira, Bir Touila, Djeneien.

6) Grès micacé en fines plaquettes, verdâtres ou rouge violacé, contenant des bois fossiles (8-10 m.).

7) Grès très dur, formant barre, noir en surface, jaune en dedans (2 m.).

8) Argile et gypse (5-6 m.).

9) Masse de grès blancs à la base, roux ou même noirs à la partie supérieure, remplis de lames contournées d'oxyde de fer; très durs (10 m.).

10) Grès noirâtre ou rouge avec des lits argileux (10 m.).

11) Gros banc de dolomie rousse, formant gradin, suivi de quelques bancs plus minces (5 m.).

12) Argile avec lits de grès rouges, blancs, noirs, portant des pistes d'animaux rampants (20 m.).

13) Trois ou quatre bancs de dolomie rousse en surface, jaune ou rouge saumon à l'intérieur (3 m.).

14) Dolomie jaune ou rouge saumon, se débitant en rognons ou en plaquettes (10-12 m.).

15) Calcaire dolomitique, jaunâtre ou rose (5-6 m.). Un banc contient quelques fossiles à l'état de moules internes : *Nucula* sp., *Modiola* cf. *minuta* GOLDF., *Myacites* (*Anoplophora*) cf. *musculoides* SCHLOT., *Myophoria Goldfussi* v. ALB.

Ce dernier fossile indique qu'on a affaire au Muschelkalk et même à un niveau élevé de celui-ci (Lettenkohle). On peut faire commencer, un peu arbitrairement, ce Muschelkalk avec l'apparition des calcaires et des dolomies, c'est-à-dire avec le n° 11. Tout ce qui est en dessous représenterait le Trias inférieur : Grès vosgien et Grès bigarré.

Il est bon d'ajouter que le faciès de ces grès varie rapidement au même niveau ; aussi ne peut-on baser une coupure importante sur une légère variation de faciès dans le sens vertical.

Ces grès, spécialement les grès rouges et verts, ont une grande extension. Ce sont eux qui forment la base du Dj. Tadjera, près de Mednine ; on les voit dans tous les oueds environnant Mtamer ; puis on les suit dans la plaine, au pied de la grande falaise fermant la Djefara ; on les retrouve au pied du Dj. Rehach, dans la Sebkhât Areg el Makhzen, d'où ils se prolongent vers Sidi Toui.

La masse principale du Dj. Rehach va nous fournir la suite de la coupe (fig. 5). En dessous du Kef et Touareg, dans le Chabet el Mekraneb el Kebira, les couches les plus inférieures sont cachées, sur 15 ou 20 mètres, par des éboulis, mais il est facile de voir, en se dirigeant vers l'Est, qu'il y a, à ce niveau, des grès et argiles rouges. On rencontre ensuite :

1) Grès rouge, lie de vin, parfois verdâtre, micacé, un peu argileux (4-5 m. visibles ; fin des grès précédents).

2) Argiles verdâtres avec quelques lits de grès gris (4-5 m.).

3) Calcaire jaune ou roux, en bancs de 20 à 30 cm., séparés par des marnes dolomitiques jaunes (10 m.). Les fossiles ne sont pas très rares, surtout dans les bancs supérieurs : *Pterinea Goldfussi* STROMB., *Modiola* cf. *triquetra* SEEBACH, *Myacites mactroides* SCHLOT., *Myophoria vulgaris* SCHLOT., *Ostrea* sp., *Lithodomus priscus* GIEBEL. Nous avons donc affaire au Muschelkalk, sans doute à un niveau peu différent du n° 11 de la coupe précédente.

4) Argile verte (2-3 m.).

5) Grès micacés, fissiles, assez tendres, contenant des intercalations argileuses et gypseuses, surtout dans la partie inférieure où ces grès sont rouges, tandis qu'ils sont gris, bruns ou noirs dans le quart supérieur (12-15 m.).

6) Calcaires jaunes, roses ou violacés (la couleur variant dans le même banc), alternant avec des marnes dolomitiques jaunes, plus abondantes que les calcaires (40 m.).

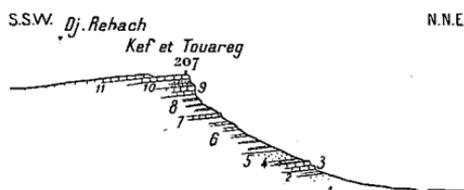


FIG. 5. — COUPE DU DJ. REHACH. —
Longueurs : 1/20000; hauteurs :
1/10000.
1-2, Trias inférieur; 3-11, Trias
moyen.

7) Gros bancs de calcaire jaune ou rose formant corniche (4-5 m.).

8) Calcaires dolomitiques roses ou violacés, alternant avec des marnes jaunes, dolomitiques (25 m.).

9) Gros bancs de calcaire jaune en surface, rose ou rouge à l'intérieur, se débitant en plaquettes et formant corniche tout le long de la montagne (10 m.).

10) Calcaire dolomitique roux, à nodules et lames de silex bruns ou noirs (3-4 m.).

11) Banc de calcaire dolomitique gris, jaune ou rose, couronnant la montagne (3-4 m.).

Les couches du sommet sont fort peu inclinées : 1° S.S.W. Elles s'abaissent plus loin vers l'Est et on les retrouve sous la Kasbat Bou Saboun. D'autre part, le petit Djebel Sidi Toui est formé par les mêmes roches que le Rehach, ainsi qu'il résulte d'échantillons qui m'ont été remis autrefois par le capitaine Petitjean : on y trouve, en particulier, ces calcaires rose ou saumon, si communs au Rehach. De là, les couches passent en Tripolitaine.

Aucune coupe naturelle ne donne la suite des couches. Dans la plaine au Sud du Rehach, on voit les bancs calcaires disparaître sous des argiles contenant quelques lits de gypse. Les argiles sont grises, brunes ou même rouges, mais elles n'ont pas l'aspect bigarré et bariolé, habituel aux Marnes irisées. Il est pro-

bable néanmoins qu'elles en sont l'équivalent, bien que l'absence de fossiles empêche de l'affirmer. On y voit également des lits gréseux (gris, verts, violacés) et des bancs de calcaire ou de dolomie, généralement de couleur grise. Peu à peu, les bancs de gypse se resserrent et ils finissent par former seuls les contreforts orientaux du Djebel el Abiodh, auxquels ils impriment leur teinte blanche. Toute la falaise du Djebel Gremissa, de la Zemlet Khechem Mahmed, de la Zemlet el Beïda, etc. est formée par ces gypses dans lesquels est creusé le puits de Mtirza. De nombreuses plaquettes de dolomie gris bleu s'y intercalent à tous les niveaux; elles n'ont ordinairement que quelques centimètres d'épaisseur. On y voit, çà et là, de vagues traces de fossiles indéterminables (Corbules, Gervillies, etc.).

Ces gypses terminent vraisemblablement le Trias supérieur. Dans une note sur le Sud Tunisien, j'avais encore rattaché à ce dernier un système de calcaires (parfois dolomitiques) gris, jaunes ou blancs, formant les 50 ou 60 derniers mètres de la falaise, qui est couronnée par le pittoresque Ksar beni Ikrezer. M. A. JOLY¹ est d'avis de les attribuer au Lias; il pourrait bien avoir raison. A vrai dire, ces calcaires sont profondément différents du Lias des environs de Tunis, mais j'y ai recueilli quelques petits Oursins du genre *Acrosalenia*, genre qui n'est pas connu avant le Rhétien. Avec sa complaisance habituelle, M. LAMBERT a bien voulu les examiner; il n'a pu les assimiler à aucune espèce connue; il les rapproche d'*Acrosalenia spinosa* Ag. du Bajocien et d'*A. angularis* Ag. du Rauracien, mais il constate leurs caractères archaïques. Les couches qui les renferment pourraient appartenir au Lias ou à l'Infra-Lias.

Je ne m'arrêterai pas au Jurassique de la région de Tataouine qui a été l'objet de plusieurs notes². Je publierai des coupes

1. A. JOLY. Notes géog. sur le Sud Tunisien, p. 14 du tirage à part.

2. LE MESLE. Lettre sur le Kimmeridgien de Tunisie et Sur le Jurassique de Tunisie. *C. R. sommaire S. G. F.*, (3), vol. XIX, 1890-1891, p. xxxiii et cxi.

AUBERT. Note sur la géologie de l'Extrême-Sud de la Tunisie. *B. S. G. F.*, (3), vol. XIX, 1890-91, p. lv et 408.

LE MESLE. Mission géologique en novembre et décembre 1890, en janvier et février 1891, *Journal de voyage*, Explor. sc. de la Tunisie. Paris, 8°, 1899.

R. DOUVILLÉ et H. JOURDY. Le Jurassique du Sud Tunisien. *B. S. G. F.*, (4), vol. V, 1905, p. 566.

L. PERVINQUIÈRE. *Id.*, *ibid.*, p. 568.

Id. Sur le Jurassique du Sud Tunisien. *Ibid.*, (4), vol. VI, 1906, p. 192.

H. JOURDY. Observations dans l'Extrême-Sud tunisien. *B. S. G. F.*, (4), vol. VIII, 1908, p. 144.

H. DOUVILLÉ. Le Jurassique de l'Extrême-Sud Tunisien. *Ibid.*, p. 152.

A. JOLY. Extension du Trias dans le Sud de la Tunisie. *C. R. Ac. Sc.*, vol. CXLV, p. 143-146.

A. JOLY. Notes géographiques sur le Sud Tunisien. *Bull. Soc. Géog.*, Alger, 1908, 3, 1909, 2 et 4, p. 14 du tirage à part.

détaillées lorsque j'aurai pu faire une étude complète de la belle série de fossiles que j'ai recueillie ; mais c'est là un travail très long, qui doit être conduit de façon approfondie si l'on veut essayer de tirer des conclusions stratigraphiques de cette faune, consistant presque uniquement en Lamellibranches et en Gastropodes. D'accord avec M. H. DOUVILLÉ, je crois qu'on a affaire à une série compréhensive, allant du Bathonien (ou même du Lias) jusqu'au Kiméridgien.

La haute falaise (300 mètres, en moyenne), qui borde la Djefara, appartient au Crétacé moyen et supérieur.

M. A. JOLY a attribué la partie inférieure à l'Éocrétacé¹ ; je ne vois pas de raisons suffisantes pour cette attribution. Par-dessus les calcaires jurassiques, formant les pentes occidentales du Tlalet et bien caractérisés par leurs fossiles, on trouve encore quelques bancs de calcaires jaunes, alternant avec des argiles très gypseuses (5-6 m.). On y rencontre quelques mauvais fossiles qui semblent encore jurassiques. Ces couches plongent de 4 à 5° W.S.W., tandis que les suivantes s'inclinent seulement de 1 à 2° ; il y a donc une légère discordance.

Le Crétacé débute par une grande masse d'argile verte (130-140 m.), dans laquelle s'intercalent quelques minces bancs de calcaire, jaune ou brun, de calcaire dolomitique ou de grès. Un banc de calcaire jaune, situé vers le tiers supérieur, contient d'assez nombreux moules de fossiles : *Avicula*, *Pterinea*, *Modiola*, avec *Exogyra flabellata* GOLDF. ; c'est donc du Cénomanién. La partie inférieure est-elle albienne ? La chose est possible, quelques débris de Poissons tendraient à l'établir, mais il m'est impossible de tracer une limite (aussi, sur la carte, ai-je tout attribué au Cénomanién) ; en tout cas, il n'y a pas de raisons d'en faire du Crétacé inférieur. Sur cet ensemble reposent quelques mètres (2 à 3) de grès blanc ou jaune, assez tendre, sauf un banc qui est roux et très dur. Les bois silicifiés sont communs dans ces grès. Ensuite viennent des calcaires gréseux, en bancs minces (7-8 m.), puis quelques gros bancs de calcaire roux (15 m.), couronnant beaucoup de petits plateaux en avant de la falaise et dessinant une barre sombre au front de celle-ci. Ces bancs forment ainsi un repère commode. Ils supportent des marnes, avec bancs de gypse et de calcaire, d'abord espacés, puis un peu plus serrés. C'est dans ces marnes (vers leur milieu) que sont creusées les habitations des troglodytes de Guermessa et de Douirat ; deux bancs durs, espacés de 2 m. environ, forment le

1. A. JOLY. Faciès du Crétacé dans le Sud Tunisien. A. F. A. S., vol. XXXVIII, Lille, 1909, p. 429.

plancher et le plafond. Plus haut, les calcaires sont plus développés et dominant sur les marnes (au total de 60 m. environ).

Au niveau de la mosquée de Guermessa se trouve un calcaire blanc, noduleux (3-4 m.), où les fossiles sont assez communs : *Hemiaster* écrasés (*H. Batnensis* COQ.?), *Heterodiadema libycum* COTT., *Lima*, *Modiola*, *Exogyra flabellata* GOLDF., etc. C'est donc certainement le Cénomancien supérieur. *Exog. flabellata* existe également à Douirat, au même niveau, avec un autre fossile qui semble être *Ex. Olisiponensis* SH. Ce niveau est surmonté par 4 ou 5 m. de calcaire jaune gris, carié, qui peut être aussi bien Turonien que Cénomancien, puis par la grande masse de calcaire compact du Turonien, sur laquelle sont installés les Ksour de Guermessa, de Chenini, de Douirat. C'est un calcaire à stratification peu nette, gris ou jaunâtre, très cristallin en certaines parties, souvent dolomitique, rempli de silex gris ou bruns dans sa partie supérieure. Ce calcaire peut atteindre 30 m. de puissance, mais bien souvent son épaisseur ne dépasse pas 20 m. Étant donnée sa continuité avec les couches du Tebaga, où j'ai trouvé *Mammites armatus* PERV., son attribution au Turonien ne peut être mise en doute.

Dans l'Oued Okahil, à l'Ouest de Ghomrassen, ce calcaire dolomitique renferme quelques Radiolites indéterminables. Il repose sur des marnes blanches avec lits de calcaire grossier, où les fossiles ne sont pas rares, mais ce ne sont que de mauvais moules. Outre *Heterodiadema libycum* et *Exog. flabellata*, il y a principalement à citer *Strombus incertus* D'ORB. En dessous règnent, sur 40 m., des intercalations de marnes jaunâtres et de calcaires; ces derniers sont serrés dans le haut, plus espacés en bas. C'est le niveau des cavernes de Guermessa. L'intérêt est la présence, vers le milieu, de plaquettes calcaires couvertes de Corbules, fort analogues à celles qu'on trouve dans l'Oued Mortebe, au-dessus de Dehibat. Après un banc de calcaire subcristallin, on retrouve des marnes jaunes et des calcaires contenant quelques débris d'*Ichthyosarcolithes*. En dessous d'un banc de calcaire jaune, très dolomitique, et de marnes jaunes, fortement gypseuses, on atteint un banc de calcaire dolomitique roux, formant, en certains points, le fond de l'Oued Okahil; ce paraît être le gros banc qui subdivise la falaise, près de Guermessa.

Lorsqu'on s'avance vers le Sud, on voit le faciès des couches moyennes se modifier progressivement; les argiles deviennent d'abord sableuses, puis elles sont remplacées par des grès; le gypse forme de vrais bancs. Les environs d'Aïn Zareth offrent encore un type intermédiaire. En-dessous du Baten el Ghezal

(dans l'Oued Serragt et Tiour, par exemple), on trouve la succession suivante, à partir de la plaine (le contact du Jurassique n'est pas visible; il peut y avoir une cinquantaine de mètres invisibles).

1) Lits de sable blanc, gypseux, et d'argile jaune verdâtre (8-10 m.) (Albien ?)

2) Banc de calcaire gréseux, brun foncé, très dur (0,75), contenant quelques mauvais fossiles dont l'un paraît être *Exog. flabellata* (Cénomanién).

3) Argile vert foncé (75 m.), contenant quelques lits calcaires, jaunes ou rose lilas, avec traces de fossiles.

4) Grès gris ou noirâtre, très irrégulier, passant par places à un petit poudingue (2 m.).

5) Grès rose, très tendre, presque du sable, sauf quelques lits durs (7-8 m.).

6) Argile rouge (3 m.).

7) Grès blanc ? (5-6 m.).

8) Bancs de gypse cristallin blanc, rouge ou vert, alternant avec des argiles et quelques lits de calcaire dolomitique jaune (30 m.).

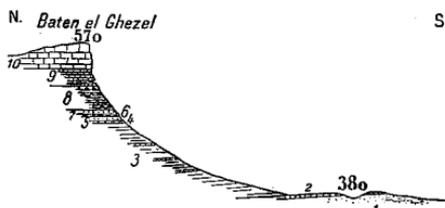


FIG. 6. — COUPE DE LA FALAISE BORDANT LA DJEFARA, UN PEU AU SUD DE DOUIRAT. — Longueurs : 1/20 000; hauteurs, 1/10 000.
1, Albien (?); 2-8, Cénomanién; 9-10, Turonién.

Quelques bancs de gypse sont boursoufflés, tandis que les couches voisines sont entièrement disloquées, sans doute par suite de la transformation de l'anhydrite en gypse.

9) Calcaire dolomitique jaunâtre, alternant avec des lits de gypse, des marnes gréseuses dures et des argiles verdâtres; les calcaires dominent dans le haut (20 m.) (Cénomanién ou Turonién).

10) Calcaire cristallin du Turonién, en gros bancs, faisant abrupt (30 m.); quelques parties sont pleines de géodes de calcite.

Au-dessus d'Aïn Zareth, les calcaires turoniens font défaut (ils ont été coupés par un oued, ce qui permet de franchir la falaise), mais on peut étudier aisément les niveaux supérieurs du Cénomanién. Après des grès tendres, blancs ou roses, et des argiles (5-6 de la coupe précédente), on observe un banc de calcaire gréseux (5-6 m.), jaune doré, renfermant de grosses boules de gypse et une faune de Gastropodes (Cérithes, Buccins), difficilement déterminables. Un peu au-dessus (avec une petite lacune),

on voit des couches d'argile qui donnent naissance à l'Aïn Zareth. Puis viennent (sur 25 m.) des alternances d'argile sableuse, de grès et de gypse saccharoïde ou fibreux, rouge en surface, mais blanc à l'intérieur, dont certains bancs sont tout gondolés. Les lacets du sentier coupent d'abord un banc de calcaire rouge foncé, rempli de calcite, puis un banc d'une roche rose, bizarre, sorte de calcaire marneux à petits cristaux de gypse. Les fossiles ne sont pas très rares à ce niveau ; outre un gros *Strombe* voisin de *Strombus incertus* D'ORB., j'ai recueilli des fragments importants d'*Ichthyosarcolithes triangularis* DESM. Ce fossile, si commun dans le Cénomanière des Charentes, par exemple, n'a été signalé en Tunisie qu'au Djebel Cehela, par PHILIPPE THOMAS ; à ma connaissance, c'était la seule mention relative à l'Afrique du Nord. Évidemment, la mer cénomanière était peu profonde à Aïn Zareth.

Plus loin, dans le Sud, les argiles inférieures persistent ; on les voit au pied des Gour el Mezoued et mieux à El Hachem dont elles forment la base. Ce sont des argiles verdâtres ou jaunâtres, parfois sableuses et toujours gypseuses, contenant quelques lits de grès ou de calcaire jaune soufre, parfois rouge ou violacé. Elles supportent des dalles de grès ferrugineux noirâtre, très dur, ayant 1 m. de puissance à Gour el Mezoued et à El Hachem, deux ou trois près du Kanbout ; ces dalles forment une barre foncée vers le pied de la falaise et couronnent de petits plateaux situés au pied de cette falaise (El Draa, etc.). (C'est le prolongement de la barre de Guermessa, Douirat, etc., modifiée). Par-dessus se développe une grande masse de grès de dureté irrégulière (100 m. environ), parfois presque du sable, renfermant de petits galets quartzeux, surtout à la base. C'est le faciès des « grès à dragées » du Sud Algérien, et c'est vraisemblablement pour cette raison que M. JOLY les avait rattachés à l'Éocrétacé. Ces grès sont tantôt blancs, tantôt roses, même rouges. Il s'y intercale des lits d'argile verte ou rouge, des lits calcaréogréseux, jaunes ou roses. Certaines parties sont bariolées de toutes les couleurs : Hachem Gour Rached a un aspect fantastique avec ses pitons rutilants, érigés au milieu du pseudo-cratère du Hachem ; à distance, cette apparence pouvait, en effet, faire penser à des formations volcaniques, mais la réalité est tout autre. Les bois fossiles se trouvent en abondance dans toute la masse des grès, surtout vers la base ; dans les couches argilo-sableuses, mêlées de gypse, on observe des fragments ligniteux dont les cavités sont souvent remplies de gypse. Certains lits de grès gypseux contiennent de nombreuses dents

et écailles de Poissons, ainsi que des débris de carapace de Tortues. Par-dessus les grès, viennent des marnes, gypses et calcaires, sur une quarantaine de mètres, puis la grosse dalle du Turonien.

Encore plus au Sud, près du Kanbout et de l'Oued Segdel, on observe une succession presque complète du Crétacé moyen. Sur le Jurassique de Guelb el Anz et de Kecir en Namous, paraissent reposer des argiles avec quelques lits sableux auxquelles la petite oasis de Remada doit l'existence. Pour avoir la suite des couches (avec une interruption de 50 à 60 m. environ), il faut se transporter à la petite colline tabulaire d'El Draa, près du Kanbout, où on observe (fig. 7) :

1) Argile verdâtre avec petits lits de grès blanc ou rose (15-20 m. visibles).

2) Calcaire rouge ou noirâtre, à rognons ferrugineux (0,50).

3) Grès gris ou brun rempli de bois fossiles siliceux et ferrugineux. Certains tronçons ont plusieurs mètres de longueur. Le sol est tout noir de ces débris (10 m.).

4) Grès verdâtre avec argile verte et violacée (7-8 m.).

5) Calcaire gréseux roux ou rouge foncé, suivant les points, contenant d'assez nombreuses dents et écailles de Poissons (1 m.).

M. PRIEM a eu l'obligeance d'examiner ces débris ; voici ce qu'il y a reconnu : Vertèbres de Squale, dent de *Pycnodus* ou de *Lepidotus*, écailles de *Lepidotus*, *Notidanus*. Ce dernier genre ne nous fournit aucune indication, puisqu'il est connu depuis le Jurassique jusqu'à l'époque actuelle. Les Pycnodontes vont du Jurassique au Tertiaire. Par contre, *Lepidotus* dépasse rarement l'Abien ; on connaît seulement une espèce douteuse (*L. pustulatus* S. WOODWARD) dans le Cénomani du Kent. Ces couches à Poissons pourraient donc être albiennes. C'est à cette solution que M. HAUG s'est arrêté pour les couches à Poissons du Djoua.

6) Grès blanc (5-6 m.).

7) Argile verdâtre (5 m.).

8) Grès blanc friable (12-15 m.).

9) Argile verte ou violacée, avec quelques lits de calcaire rouge ou bariolé : rouge, violet, vert (25 m.).

10) Dalle de grès roux, dur, grossier, passant par places à un petit poudingue (4-5 m.), couronnant le plateau (qu'il a protégé de l'érosion) et engendrant d'énormes éboulis sur les pentes.

11) Grès blanc ou rose dont il subsiste quelques buttes (jusqu'à 25 m.) sur le plateau. Celui-ci est tout jonché de bois fossiles.

La suite des couches est facile à étudier quand on remonte l'Oued Segdel (fig. 7).

6-8) On rencontre d'abord des grès jaune verdâtre, alternant avec des argiles verdâtres ou jaunâtres, renfermant quelques bancs de calcaire roux. Dans ces derniers, on aperçoit de vagues fossiles dont l'un paraît être *Exogyra flabellata*, mais les spécimens sont de petite taille et pourraient appartenir à une espèce nouvelle (visibles sur 7-8 m.).

9) Le puits repose sur une masse (8-10 m.) d'argiles vertes et violettes, en lits alternants, admettant quelques intercalations de calcaires noduleux bariolés : jaune, rose, violet, vert.

Ces argiles correspondent au n° 9 de la coupe d'El Draa, mais l'assimilation des couches inférieures est difficile, le facies variant rapidement.

10) Aux alentours du puits, on observe quelques dalles gréseuses en travers de l'oued. La roche est un grès jaune brun, très dur, qui montre d'assez nombreux ossements de Reptiles, assez endommagés (vertèbres fortement amphicœliques, côtes, etc.) ; il m'a été impossible de les dégager. Je pense que ces grès (3-4 m. ?) forment l'équivalent de la dalle couvrant le plateau d'El Draa.

11) Grande masse de grès (80-90 m.), dont on voit mal la base, à cause des éboulis. Ces grès sont blancs dans la partie inférieure, roses

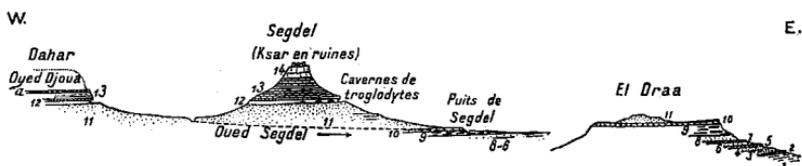


FIG. 7. — COUPE DU PLATEAU D'EL DRAA ET DE LA FALAISE DE SEGDEL. — Longueurs : 1/40 000 ; hauteurs : 1/20 000.

1-5, Albien(?) ; 6-12, Cénomaniens ; 13 (?) et 14, Turonien ; a, Alluvions de l'Oued Djoua.

ou rouge brique et un peu argileux dans la partie supérieure, qui déteint sur les affleurements de la partie inférieure. Ces grès sont assez grossiers et contiennent, un peu à tous les niveaux, des lits irréguliers de petits cailloux quartzeux (grès à dragées). Ils sont généralement tendres et s'écrasent souvent sous le doigt ; mais on voit, à toutes les hauteurs, quelques bancs plus durs, formant barres, et surtout des lits de concrétions en boules, en grappes, en choux-fleurs. Le ciment de ces concrétions est de la calcite, de même que dans les productions similaires des grès de Fontainebleau. Comme fossiles, on ne rencontre guère que des fragments de bois silicifiés ; toutefois, vers le milieu de la hauteur, un banc est assez riche en écailles de Squales et en dents de Poissons et de Reptile (Crocodilien).

12) Alternances irrégulières de grès blancs, tendres, et d'argiles sableuses, assez dures, jaune verdâtre, le tout étant recouvert par un banc de grès blanc assez dur. Celui-ci forme le toit des habitations creusées par les troglodytes dans les parties tendres (8-10 mètres).

13) Alternances de marnes verdâtres, de grès verdâtres (rares, seulement à la base); de calcaires friables, blanc jaunâtre, et de calcaires durs, gris (45 m.). Des cavernes existent également dans les marnes de ce niveau. A la partie supérieure, ces calcaires sont de plus en plus serrés. Les couches inférieures existent seules au col séparant l'Oued Segdel de l'Oued Djoua (de même qu'aux deux Oueds Rhar). Dans ces couchés, on trouve quelques fossiles (Corbules), qui rappellent ceux du Cénomaniien; il est cependant possible que la partie supérieure soit déjà turonienne.

14) Grande masse de calcaire blanc ou grisâtre, cristallin, rempli de géodes de calcite et devenant dolomitique en divers points. La partie supérieure est riche de silex bruns. Ce calcaire est susceptible de se subdiviser en gros bancs peu nets, mais le plus souvent il forme un à-pic, qui atteint 30 mètres sous le vieux Ksar abandonné de Segdel; ailleurs il n'en reste plus que 15 mètres.

Le Sénonien n'existe pas en ce point; mais on le trouverait en arrière de la crête du Dahar.

J'ai déjà fait remarquer ailleurs la grande analogie de cette formation gréseuse et de celle qui occupe une surface énorme du Sahara jusqu'au Gourara. Les descriptions (et même les photographies) données par M. FOUREAU pour les berges du Djoua (Tingherth) pourraient s'appliquer aux environs de l'Oued Segdel. Il est curieux de constater sur quelle étendue ces grès à Poissons conservent ce faciès néritique sans grande modification. Il est probable que la terre émergée devait être au Sud, mais alors les dépôts tunisiens se sont formés bien loin de leur point originel.

Pour terminer ce qui concerne le Cénomaniien et le Turonien, je crois devoir donner la coupe qu'on observe près de la frontière tripolitaine, lorsqu'on monte de Dehibat au col de l'Affina et qu'on suit l'Oued Mortebea (fig. 8; pl. II, fig. 1).

1) Marnes jaune verdâtre, contenant quelques intercalations calcaires jaunes, en lits de 10 à 20 cm., et supportant le poste de Dehibat. Des grottes y sont creusées par les indigènes. Ces marnes, qui peuvent avoir 60-80 mètres de puissance, reposent sur le Jurassique et sont largement étalées dans la plaine, au pied de la falaise. A leur partie supérieure, elles passent à des argiles violacées. Leur surface supérieure forme un niveau d'eau très constant, auquel appartiennent presque toutes les sources de la région.

2) Bancs de grès quartziteux, blancs à l'intérieur, presque noirs en surface. Parmi les blocs qui jonchent le bas des pentes, on remarque de nombreux bois silicifiés, parfois des troncs entiers (1 m.).

3) Quelques lits d'argile verdâtre et de calcaire jaune (5-6 m.).

4) Grès blanc très tendre, s'effritant sous la pression des doigts (12-15 m.).

5) Grès rouge, bien plus dur, contenant des concrétions très dures (2 m.).

6) Grès rouge, tendre, à stratification oblique, dont la surface est couverte de petites concrétions analogues aux choux-fleurs et aux têtes de clous des grès de Fontainebleau (30-40 m.). Cet ensemble gréseux (2-6) mesure une cinquantaine de mètres de puissance. Ce sont les grès tendres qui fournissent le sable à une partie des petites dunes de la Djefara, peut-être aussi aux dunes du Dahar. Toutes ces couches sont presque horizontales, très faiblement inclinées; la pente est insensible à l'œil.

En dehors des bois silicifiés, je n'ai pas vu un seul fossile; d'après ce qui a été dit plus haut, j'attribue l'ensemble au Cénomanién, la base pouvant être albienne.

Le Cénomanién comprend encore les termes suivants, que l'on coupe successivement en remontant l'Oued Morteba ou ses affluents:

7) Argiles verdâtres, gypseuses, avec quelques lits de calcaire jaune soufre (5 m.).

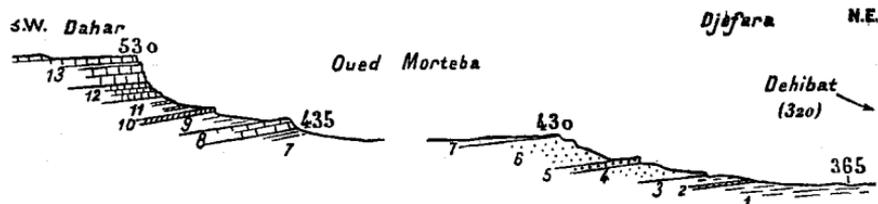


FIG. 8. — COUPE DE LA FALAISE BORDANT LA DJEFARA AU SUD DE DEHIBAT.

Longueurs : 1/20 000; hauteurs, 1/10 000.

1-11, Cénomanién; 12-13, Turonien.

8) Gros banc de calcaire cristallin, roux, un peu dolomitique (10 m.), formant le toit de nombreuses grottes.

9) Marnes jaune soufre (8-10 m.).

10) Petit lit de calcaire jaune, couvert de *Corbules* (*Corbula striatula*? Sow.), auxquelles s'associent quelques autres Mollusques assez mal conservés (*Mytilus* cf. *ornatissimus* d'ORB., *Avicula*) et de petites boules de *Globulipora africana* TH. et P.

11) Argile et marne, avec quelques bancs calcaires (25 m.).

12) Dalles de calcaire dur, roux en surface (20 m.).

13) Grande masse calcaire, formant un abrupt de 30 mètres au sommet de la falaise. En surface, le calcaire est uniformément roux, mais, à l'intérieur, il est blanc, rose ou jaunâtre. Dans certains bancs, situés vers le bas, c'est un calcaire cristallisé en grandes parties, un véritable marbre, qui se polit bien, mais qui présente souvent des trous irréguliers; d'ailleurs, la situation de ce marbre ne permet pas de l'exploiter. Cette masse est mal divisée en bancs irréguliers. A la partie supérieure, généralement en arrière des crêtes, on trouve encore une dizaine de mètres de calcaire en bancs plus minces, riches en silex noirs ou bruns; cela porte à 40 mètres l'épaisseur totale de cette masse calcaire, qui ne peut être franchie qu'en quelques points.

La cristallisation du calcaire a fait disparaître ici toute trace de fossiles, mais l'Ammonite que j'ai recueillie plus au Nord, au Dj. Tebaga, me permet d'attribuer cette masse calcaire au Turonien, car c'est toujours la même barre qui se poursuit, sur une longueur de plusieurs centaines de kilomètres, depuis les Chotts jusqu'à Khoms, à travers la Tunisie et la Tripolitaine, où elle forme la crête du Djebel Nefousa.

III. — DAHAR.

Au bord du Dahar¹, mais un peu en arrière de la crête, on voit assez fréquemment s'élever de petites collines de 10 à 30 mètres, formées de marnes blanches, jaunes, verdâtres, et de calcaires blancs. Ce sont des *gour*, des témoins d'érosion découpés dans le Sénonien. Dans la région de Dehibat, ils sont réduits et isolés; ailleurs, ils sont plus serrés et forment une *chebkat* de parcours difficile. La Garat Makrerouga, la Gouiret Lila sont des exemples de ces *gour*. Il est inutile d'en reproduire la coupe; puisqu'elle a déjà été donnée par H. JOURDY². Deux fossiles cités par JOURDY, *Parapygus Coquandi* COTT. et *Echinobrissus pseudo-minimus* P. et G., montrent qu'on a affaire au Sénonien inférieur, sans qu'il soit possible de préciser davantage.

A la Gare Ahmed ben Yahia (feuille Gouiret Lila), des marnes blanches, assez dures, où s'intercalent des bancs de calcaires blancs, roses (en bas) ou gris (en haut), m'ont fourni quelques fossiles qui indiquent encore le Sénonien inférieur: *Hemiaster Fourneli* DESMAYES, *Hem. Messai* P. et G., *Aporrhais Cotteau* (?) TH. et P., avec un *Cyphosoma* et des moules d'*Aporrhais* ou de *Rostellaria* non déterminables. Dans l'ensemble, ces couches sont un peu plus élevées que celles de Gouiret Lila. Ces diverses *gour* sont assez espacées (une douzaine de kilomètres pour ces deux dernières), et la succession exacte est difficile à établir, car les faciès varient assez vite.

Pour obtenir une succession complète, il est préférable de se porter plus au N.W., aux environs de Bir Guecira (feuille Bir Guecira et feuille Djeneien), et de se diriger de là vers le Djebel

1. Indépendamment des cartes citées plus haut, voir: Carte de la frontière tuniso-tripolitaine à 1/200 000 (7 feuilles).

2. H. JOURDY. Obs. Extr. S. Tunisie, p. 147. Dans la coupe de Gouiret Lila, les argiles sableuses, vertes ou violacées (n° 4), reposent presque immédiatement sur quelques gros bancs de calcaires dolomitiques qui forment tout le revêtement du Dahar et qui appartiennent, sans doute, encore au Turonien. Le sol est noir de silix empruntés à ces derniers. D'ailleurs, les bancs calcaires du Sénonien inférieur recèlent de nombreuses boules silico-ferrugineuses, analogues aux concrétions du Turonien. Sur les pentes de Gouiret Lila, elles se mêlent à des boules de quartz blanc.

Senirher, en suivant la pente des couches (à peine 1° S.S.W.). Sur un parcours d'une trentaine de kilomètres, on coupe ainsi successivement toutes les couches du Sénonien.

L'Oued Guecira a creusé des méandres dans la grosse dalle de calcaire dolomitique du Turonien, qu'il a sciée parfois jusqu'à la base. Au milieu des berges, qui ont une trentaine de mètres, le calcaire (gris en dedans, rose en surface) renferme fréquemment de petites mouches de manganèse. Le haut est rempli de silex bruns ou noirs, qui jonchent le sol. A quelque distance en arrière des berges commence un nouveau plateau qui porte le signal 395 (Hallou mta Guecira).

Au pied de ce ressaut de terrain, on trouve un banc (4 m.) de calcaire blanc, à silex bruns, qui peut être encore Turonien. Puis viennent 10 mètres de marnes claires, renfermant quelques lits de calcaire noduleux. On peut faire commencer ici le Sénonien, bien que les fossiles caractéristiques aient seulement été rencontrés à un niveau plus élevé. Au-dessus, les marnes et calcaires alternent régulièrement (10 m.). Un petit abrupt (3 m.) est formé par un gros banc de calcaire dolomitique, rose, scintillant, et par un banc de calcaire blanc, dur. Les calcaires et les marnes alternent de nouveau (10 m.). Le signal est porté par des bancs réguliers de calcaires gris, scintillants, et de calcaires blancs à cassure vive (7-8 m.).

En descendant vers le Sud, on recoupe plusieurs fois ces mêmes niveaux au passage des oueds. Ainsi, le calcaire rose, scintillant, couronne les berges de l'Oued ech Chellaikia. Les marnes inférieures s'étalent au pied de la Garat 353 (au Sud de Gare el Ma). Ce sont des marnes blanches, délitescentes, contenant d'assez nombreux fossiles (*Hemiaster*, *Arca*, *Cardium*, *Venus*, *Rostellaria*, *Natica*), en état si défectueux qu'aucun n'est déterminable. Les calcaires supérieurs couronnent toutes les gour (Gare el Ma, gour 353, 348, Es Stah, etc.) et viennent passer un peu en dessous du pied du Dj. Senirher.

Les marnes blanches correspondent à celles de Gare Ahmed ben Yahia et de Gare el Makrerouga; c'est du Sénonien inférieur, lequel est infiniment plus réduit que dans les régions septentrionales. Quant aux calcaires supérieurs, ils peuvent appartenir déjà au Campanien. En tout cas, on constate que les calcaires ont un développement bien moindre qu'au Dj. Guemgouma (qui est, il est vrai, à 70 kilomètres au Nord).

Le Dj. Senirher va nous offrir les termes supérieurs du Sénonien. Après une lacune, qui ne peut être que de quelques mètres, on observe une succession continue (fig. 9).

1) Dans le fond des ravins, on aperçoit un petit banc de calcaire et des marnes (8-10 m.) à *Alectryonia Nicaisei* Coq. et *Alect. Aucapitaini* Coq.

Nous sommes donc ici dans le Campanien et même à un niveau élevé, car la dernière espèce se rencontre surtout dans le Maestrichtien.

2) Bancs de calcaires grossiers, probablement séparés par des marnes (7-8 m.). Les calcaires sont jaunes, souvent tachés de rouge ; certaines parties sont entièrement rouges. Les fossiles sont assez nombreux, mais difficiles à extraire. Les Huitres y ont perdu leur test (*Exogyres*). On peut citer : *Inoceramus regularis* D'ORB., *Roudaireia Druï* MUN.-CH., *Aporrhais Meslei* TH. et P., *Nautilus sublævigatus* D'ORB. C'est déjà une faune maestrichtienne.

3) Marnes jaunes, renfermant une quantité de géodes de quartz et de géodes de calcite, dont les débris jonchent les pentes (20-30 m.).

4) Deux bancs de calcaire à Inocérames, l'un jaune, l'autre gris, séparés par des marnes, et formant un petit abrupt (3 m.).

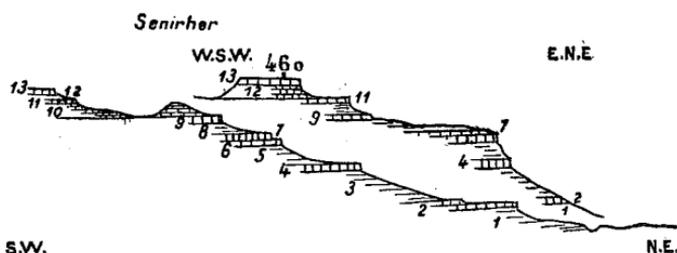


FIG. 9. — COUPE DU DJ. SENIRHER. — Longueurs : 1/10 000 ; hauteurs : 1/5 000 environ.

5) Marnes avec quelques bancs calcaires (10-12 m.).

6) Bancs épais de calcaire gris blanc, formant un nouvel abrupt (2 m.).

7) Petits bancs de calcaire blanc, lardé de calcite (2 m.), formant une petite plate-forme.

8) Marnes (6-8 m.).

9) Bancs de calcaire gris, riche en calcite, que séparent des marnes (12 m.). Ils forment une autre terrasse jonchée de bois silicifiés, noirs, dont on voit des traces dans le dernier banc.

10) Calcaires blancs en lits minces, presque sans intercalations marneuses (10 m.).

11) Gros banc (1 m.) déterminant un petit abrupt.

12) Calcaire gris, blanc en dedans, alternant avec quelques marnes. Il y a beaucoup de calcite, mais pas de fossiles (5-6 m.).

13) Gros banc de calcaire (4 m.), très blanc, à cassure vive, couronnant le plateau et portant le signal 460.

Sur d'autres éperons, les couches 11-13 se réunissent en un seul abrupt. Ce sont elles qui vont former tous les plateaux situés en arrière, jusqu'au delà de Mchiguig; puis leur composition se modifiera. Au Senirher, elles ne contiennent pas de fossiles; mais, d'après ce que j'ai vu plus loin, elles représentent un niveau élevé du Maestrichtien. Ces couches sont presque horizontales; les plongements qu'on observe çà et là sont irréguliers et probablement dus à des affaissements.

La lacune dans les observations (bas de la coupe) est comblée par la coupe des Rouss et Traïfa. Sur les rives de l'Oued Abd Allah, on voit deux bancs calcaires (l'inférieur, rouge; le supérieur, gris jaune), séparés par 3-4 mètres de marnes. Ce doit être à peu de chose près le niveau géologique du signal de Hallou mta Guecira et des gour situées plus au Sud. Ces bancs supportent des marnes jaunes, tendres (sauf quelques bancs un peu compactes), se délitant facilement en une sorte d'argile jaune, verdâtre ou violacée, suivant les points (35-40 m.). Après un petit banc de calcaire gris, à cristaux de calcite, les marnes reprennent (10 m. environ). Elles sont blanches ou de couleur soufre et contiennent des lits d'argile violette ou verdâtre. Les nodules de calcite y sont communs. Vers le tiers inférieur, un lit de calcaire marneux, blanchâtre, est riche en *Alectryonia Aucapitaini* Coq., qu'accompagnent *Alect. Nicaisei* Coq. et *Plicatula Locardi* Th. et P. Ces marnes correspondent, dans leur ensemble, au Campanien. Elles supportent une série de bancs calcaires et de marnes (12 m.); un banc calcaire, jaune et rouge, noduleux, contient d'assez nombreux fossiles: *Exogyra Matheroniana?* D'ORB., *Ex. decussata?* GOLDF., *Inoceramus regularis* D'ORB., *Spondylus* cf. *S. Baylei* Coq., *Aporrhais Meslei* Th. et P., *Turritella*, etc. Au-dessus viennent des marnes blanchâtres (12-15 m.), contenant une lumachelle à *Liostrongylus Rouvillei* Coq., puis un gros banc (4 m.) de calcaire dolomitique à grains de quartz. Cette dalle, dans laquelle on aperçoit quelques mauvais fossiles, forme une plateforme (limitée par un abrupt) sur laquelle se dresse un petit cône de marnes (4 m.), couronné lui-même par des bancs (3 m.) de calcaire jaune ou rose, contenant d'assez nombreux Inocérames.

Le Senrhar, le Senirher, la Garat Ouezzan, les Rouss et Traïfa, la Garat ou Bentha (la garat et sa fille), le Tsalebiat et les diverses gour ensablées, qui émergent de l'Erg Djeneien, formaient un même plateau (maestrichtien dans sa majeure partie) que l'érosion a fortement morcelé. Le Touil Ali ben Ahmer est encore un témoin, complètement isolé, de cette même formation. C'est un cône d'une cinquantaine de mètres, composé de marnes claires, de

grès blancs, de marnes verdâtres, de marnes blanches à lits calcaires, le tout étant couronné par 10 mètres de calcaire, gris ou jaune, empâtant de nombreux fossiles : *Exogyra Matheroniana* D'ORB., *Ex. decussata*? GOLDF., *Inoceramus regularis* D'ORB., *Septifer Jordani*? QUAAAS, *Voluta Baylei* COQ.

La large vallée de l'Oued Djenéien est bordée au Sud par une haute falaise (environ 130 m.), continue depuis la Tripolitaine jusqu'à l'Erg, que l'on peut franchir seulement dans quelques ravins. Elle ne semble pas porter de nom d'ensemble; nous l'appellerons falaise de Chaab er Rtem, du nom d'un grand ravin qui l'entame et près duquel j'ai relevé une coupe importante (feuille Zar de la carte-frontière). En voici le détail (fig. 10) :

1) Marnes jaune verdâtre, presque des argiles, un peu sableuses et fortement gypseuses (8-10 m. visibles). Le substratum de la plaine doit être fait par quelque banc dur, mais on ne le voit pas, à cause des cailloutis.

2) Banc de calcaire dur (0,50), formant terrasse.

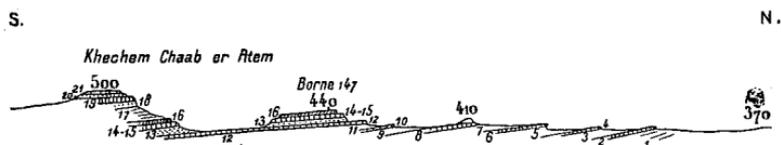


FIG. 10. — COUPE DE LA FALAISE DE KHECHEM CHAAB ER RTEM. — Longueurs : 1/40 000; hauteurs : 1/20 000.
Légende dans le texte.

3) Marnes verdâtres, très gypseuses, traversées par de vrais filons de gypse fibreux (7-8 m.). Un lit est rempli d'*Alectryonia Nicaisi* COQ., associée à *Alect. dichotoma* BAYLE et à des *Hemiaster* déformés. Il s'agit évidemment de notre niveau campanien, déjà observé à El Haguel et au Senirher. J'ajouterai qu'à mon retour j'ai revu le même niveau à une quarantaine de kilomètres dans l'Ouest, près du bord de l'Erg.

4) Banc calcaire (0 m. 60).

5) Marnes jaunes, un peu plus dures que les précédentes (12-15 m.). Les fossiles sont rares : *Alectryonia Aucapitaini* COQ. Les pentes sont jonchées de nodules d'agate et de quartz.

6) Banc de grès blanc jaunâtre, friable, sauf quelques parties concrétionnées, très dures (1 m.).

7) Calcaire grossier jaunâtre, tendre, montrant quelques traces de fossiles (7-8 m.).

8) Calcaire gris, dur (2 m.).

9) Calcaire marneux jaune à *Alectryonia dichotoma* BAYLE, var.

acanthonota Coq., *Alect. Nicaisei* Coq.; *Alect Aucapitainei* Coq. (8-10 m.).

10) Dolomie grise (1 m.), formant un petit abrupt qui interrompt la pente des marnes.

11) Marnes et calcaires jaune gris, alternant assez régulièrement (7-8 m.).

12) Banc de calcaire dolomitique blanc (1 m.), formant barre en dessus des marnes.

13) Marnes (4-5 m.).

14) Calcaire dolomitique gris blanc (2,50).

15) Gros banc (5 m.) de calcaire grossier, dur, cristallin par places, jaunâtre ou un peu roux, dont la moitié inférieure est construite presque entièrement de débris de fossiles; les Bryozoaires branchus abondent.

16) Sous la borne frontière n° 147, on voit encore 3 m. de calcaire plus clair (blanc jaunâtre) et plus tendre que le précédent.

La faune est la même dans 15 et dans 16; elle est très riche :

Orbitoides Tissoti SCHLUMB., Bryozoaires rameux, *Arca abrupta*? FORBES, *Alectryonia dichotoma*? BAYLE, *Exogyra Matheroniana* D'ORB., *Spondylus* cf. *S. Baylei* Coq., *Plicatula hirsuta* Coq., *Pholadomya* sp., *Aporrhais Meslei* TH. et P., *Voluta Baylei* Coq., *Vol. stromboides*? MUN.-CH., *Nautilus sublaevigatus* D'ORB. C'est là une faune maestrichtienne indiscutable.

17) Calcaire jaune clair, plus tendre et plus délitable que le précédent, un peu crayeux, rappelant certains bancs de la craie de Royan. On y voit encore des Orbitoïdes et quelques Huîtres, entre autres une grande forme d'*Alectryonia Nicaisei* Coq. (le gisement habituel de la forme normale est plus bas). Dans le haut, ces couches doivent passer à des marnes jaunes, d'après ce que j'ai vu de l'autre côté de la crête, dans le Siah el Mathel. J'y ai recueilli *Exogyra Matheroniana* D'ORB. et *Alectryonia dichotoma* BAYLE, var. *acanthonota* Coq. (ensemble 18-20 m.).

18) Grès jaune, tendre, à bois fossiles (2 m.).

19) Calcaires gris, contenant beaucoup de calcite en grands cristaux (blancs, bruns, etc.) et alternant avec des marnes peu épaisses. L'ensemble est résistant et forme un petit abrupt (4 m.).

20) Grès blanc (3 m.).

21) Calcaire gris, en petites dalles, couronnant ici la falaise (5 m.). La calcite y est toujours abondante. Comme fossiles, je n'ai vu qu'un fragment de grande Cardite.

Arrivé là, on se trouve au bord d'un immense plateau, plus ou moins atteint par l'érosion, qui s'étend jusqu'à Ghadames. A quelques kilomètres en arrière de la crête, on aperçoit, sur ce plateau, quelques gour coniques, qui peuvent atteindre 15 ou 20 mètres et qui appartiennent à des niveaux plus élevés. Tout cela

est encore du Maestrichtien. Les couches sont presque horizontales (abstraction faite d'affaissements locaux); la pente générale du plateau atteint à peine $1/2$ degré S.S.W.

Par la large vallée du Siah el Mathel, on gagne aisément les puits de Zar, dont l'un est en Tunisie et l'autre en Tripolitaine. Ces puits sont creusés dans des marnes magnésiennes jaunes, qui appartiennent à un niveau assez bas, vers la limite du Campanien et du Maestrichtien. Le capitaine BOUÉ m'a, en effet, remis quelques Huîtres qu'il a recueillies à Zar; ce sont *Alectryonia Nicaisei* Coq. et *Alect. Aucapitaini* Coq.

A quelques kilomètres au Sud de Zar, l'horizon est barré par une nouvelle falaise que l'on pourrait être tenté de superposer à la précédente. En réalité, dans le Siah el Mathel, on descend lentement la série stratigraphique, dont les couches supérieures forment ici une nouvelle falaise. Le Stah mta Zar n'est qu'un éperon du plateau général.

Près de Bir Monteceur, on observerait de même une série de marnes, souvent magnésiennes, alternant avec des calcaires ou des dolomies. Dans le haut, les calcaires sont particulièrement développés et riches en silex noirs. Ces marnes et ces calcaires renferment parfois, en abondance, des cristaux de calcite jonchant les pentes et donnant à ces collines un caractère singulier, qui avait fait naître un espoir injustifié¹. Cette calcite ne se présente pas en filons, mais en géodes. Les cristaux s'accumulent sur les pentes, tandis que les marnes sont entraînées par l'eau ou même par le vent.

Au bord de l'Oued Djeneien, entre Monteceur et l'Erg Djeneien, ou rencontrerait une coupe assez analogue à celle de Chaab er Rtem (qui est situé à une quarantaine de kilomètres plus à l'Est); elle est moins intéressante, parce que les fossiles font défaut, en dehors du niveau à *Alect. Nicaisei* Coq. Une particularité consiste en ce que les lits gréseux supérieurs de Chaab er Rtem (20 m.) sont ici remplacés par un banc de quartzite brun noir. Les calcaires couronnant la crête (7-8 m.) sont blancs et rappellent peut-être plus ceux du Senirher que ceux de Chaab er Rtem. On y aperçoit quelques Turitelles. C'est un niveau qu'on suit jusqu'à Ghadames. Ces calcaires sont très riches en silex noirs; le sol est jonché de débris de silex à bords tranchants, dus à l'éclatement des nodules sous l'effet des variations atmosphériques. On voit aussi des troncs d'arbres silicifiés ayant plus d'un mètre de longueur (près du Siah el Melez).

1. On avait pris ces cristaux de calcite pour des nitrates.

Près de Bir bel Adham, j'ai recueilli quelques fossiles maestrichtiens : *Alectryonia Villei* COQ., *Cardita Beaumonti* D'ARCH. et *Aporrhais Meslei* TH. et P. D'autre part, le capitaine CALMON m'a remis quelques spécimens d'*Alectryonia dichotoma* BAYLE, var. *acanthota* COQ., ramassés un peu au Nord du Bir Hadjer es Souda. Ce fossile, qui est habituellement santonien, a donc persisté dans le Sud Tunisien ; les couches dont proviennent ces spécimens sont probablement maestrichtiennes.

Khechem el Haouya (le nez ou la pointe du bât de chameau) est une colline conique, reliée par un pédoncule à un plateau, sur lequel viennent s'appuyer les dunes de l'Erg¹ (pl. II, fig. 2).

Voici quelle est la composition de cette colline, qui est un des points de repère des nomades (fig. 11-12) :

1) Gypses boursoufflés, occupant la plaine où est creusé le puits (exécrable). Il semble y avoir des marnes et quelques lits de calcaire dolomitique, intercalés dans les gypses (au moins 20 m.).

2) Au pied même de la colline : gypses et marnes à grosses concrétions quartzeuses, creuses, en forme d'éponges (12 m.).

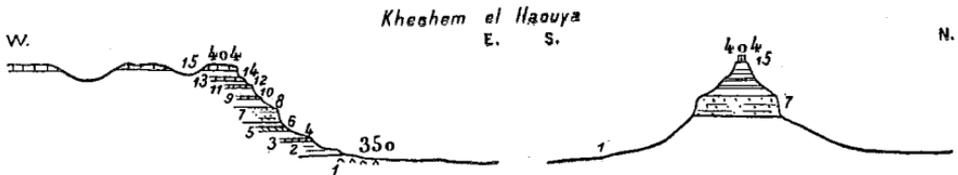


FIG. 11-12. — DEUX COUPES, PERPENDICULAIRES L'UNE A L'AUTRE, DE KHECHEM EL HAOUYA. — Longueurs : 1/10 000 ; hauteurs : 1/5 000. Légende dans le texte.

- 3) Banc de dolomie (0,50).
- 4) Marnes verdâtres (3 m.).
- 5) Calcaire dolomitique contenant de nombreux moules de Lamelli-branches et de Gastropodes indéterminables (3 m.).
- 6) Calcaire blanc, avec petits fossiles (Corbules ?) (2 m.).
- 7) Calcaire blanc, très compacte, probablement un peu siliceux, renfermant des géodes de calcite et des nodules de silex noirs ou bruns (10 m.).
- 8) Marnes claires (5 m.).

1. Ce point m'intéressait spécialement, parce que j'avais recueilli, près de Dehibat, un fragment de lave (sans doute un pilon perdu par une caravane) ; mes méharistes disaient qu'en trouverait des pierres noires semblables à Khechem el Haouya, qu'ils décrivaient comme une montagne conique, noire. En réalité, cette colline doit sa forme à l'érosion ; quant aux roches noires (qui abondent, en effet), ce sont des silex et des quartzites. Le bloc de lave vient certainement de Tripolitaine. Je n'ai pas trouvé de volcans dans l'Extrême-Sud Tunisien.

9) Banc de calcaire dolomitique, dur (0 m. 50).

10) Marnes (4-5 m.).

11) Sorte de quartzite caverneux ou de meulière, d'un roux presque noir en surface, mais gris blanc à l'intérieur ; les cavités sont tapissées de cristaux de quartz. Les débris jonchent les pentes (1 m.).

12) Calcaire tendre (2-3 m.).

12) Gros banc de calcaire dur, gris (1 m.).

14) Marne blanche, fissile (4 m.).

15) Grosses dalles de calcaire compact, dur, blanc, à géodes de calcite (4 m.).

Le Guelb el Fehedda (colline située 15 kilomètres plus au Nord) donnerait à peu près la même succession, seulement un peu moins complète.

Mchiguig est une minuscule oasis (7 palmiers), près de laquelle vient d'être élevé un petit poste makhzen, à 100 kilomètres au Sud de Djeneien, qui était alors notre poste le plus avancé. La vallée, encombrée de petites dunes, est encadrée par des plateaux allongés, dont les versants donnent une bonne coupe :

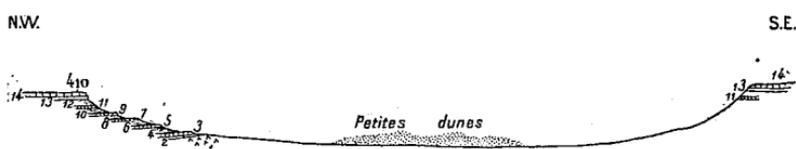


FIG. 13. — COUPE DE LA VALLÉE DE MCHIGUIG. — Longueurs : 1/20 000 ; hauteurs : 1/10 000. Légende dans le texte.

1) Bancs de gypse grenu, blanc, alternant avec des argiles et marnes grises ou verdâtres. Les pentes sont couvertes de grosses concrétions siliceuses, blanches, mamelonnées, affectant la forme d'éponges ; elles sont creuses à l'intérieur et fréquemment tapissées de pyramides de quartz (au moins 10 m.).

2) Calcaire blanc (1 m.).

3) Deux bancs de calcaire dolomitique gris jaune (0,50). Entre le plateau de Mchiguig et l'Oued Cherchouf, ces dalles forment le sol ; elles sont complètement gondolées et disloquées par le boursoufflement du gypse sous-jacent, ce qui permet de penser qu'en profondeur celui-ci passe à l'anhydrite.

4) Marnes (5-6 m.).

5) Banc de calcaire gris (0,25).

6) Marnes extrêmement gypseuses, recouvertes par une croûte de gypse (4-5 m.).

7) Calcaire blanc jaunâtre (0,50).

8) Marnes et argiles gypseuses, verdâtres, contenant un petit banc de calcaire blanc en leur milieu (5 m.).

9) Quelques dalles de calcaire gris, à concrétions siliceuses, séparées par des marnes (1 m.).

10) Marnes, bancs de gypse (ou d'anhydrite) et quelques petits lits de calcaire blanc (5 m.).

11) Deux ou trois dalles de calcaire gris clair, dur, plus ou moins silicifié, rempli de rognons silico-ferrugineux dont les éclats couvrent les pentes ; ils sont séparés par des marno-calcaires blancs, bien plus tendres (2 m.).

12) Marno-calcaire blanc, feuilleté (5 m.).

13) Calcaire gris, dur, à cassure vive, en bancs épais, contenant des concrétions siliceuses et des géodes de calcite ; forme un petit abrupt en haut de la colline (3-4 m.).

Ce calcaire m'a fourni quelques spécimens d'*Echinobrissus Setifensis* Coq., fossile caractéristique du Maestrichtien d'Algérie. Pendant leur séjour sur le plateau, lors des incidents avec le Kaïmakam de Ghadames, les topographes de la mission en ont recueilli de nombreux exemplaires que le capitaine Boué a eu l'obligeance de me remettre.

14) Calcaire blanc, très dur, un peu siliceux, à rognons de silex et géodes de calcite, formant 1-2 bancs qui n'existent pas sur tout le plateau (1-2 m.).

Ces couches semblent plonger ici de 1° S ou S.S.W.

Toute la surface du plateau est guillochée et polie par le sable.

Il n'est pas douteux que nous avons affaire au Maestrichtien, sous un faciès légèrement différent de celui de Chaab er Rtem ou du Senirher ; cependant je n'hésite pas à paralléliser les dernières couches avec celles du sommet du Senirher. En Tripolitaine, on aperçoit quelques buttes (10-15 m.), répondant à un niveau plus élevé.

Le Siah et Touil est une vallée à fond plat, entaillée d'une vingtaine de mètres dans un plateau couronné par les mêmes calcaires blancs et gris qu'à Mchiguig ; la silice y est seulement plus abondante ; un banc des calcaires gris est presque transformé en silex. On y aperçoit de nombreux Lamellibranches, difficiles à extraire et mal conservés ; l'un d'eux se rapproche d'un fossile de Maestricht : *Venus subfaba* d'ORB.

Au confluent du Siah et Touil et de l'Oued Yar, la vallée atteint une trentaine de mètres de profondeur, dont une grande partie revient à des marnes, tandis que les calcaires du plateau commencent à prendre une teinte rouge ; en outre, le sol est jonché d'innombrables rognons siliceux noirâtres ; c'est le début de la Hamadat el Hamra (le plateau pierreux rouge).

Au Guelb el Anz, près de l'endroit où l'Oued Yar se perd dans l'Erg, les couches dessinent très nettement une cuvette synclinale, pouvant mesurer 2 kilomètres de longueur et orientée sen-

siblement E.-W. En certains points, la pente des couches atteint 20°. C'est là un fait insolite dans la région (dont j'ai vu cependant un autre exemple au Sud de Ghadames) ; je pense que cette cuvette est due à un effondrement causé par la dissolution des gypses, qui sont abondants au pied de la colline et qui forment, au Sud de celle-ci, une plaine toute boursoufflée.

A la Garat Nalout, au Sud de l'Oued Bir, la constitution est à peu près la même qu'à Mchiguig ; mais, vers le milieu de la hauteur, s'intercale un banc de calcaire très silicifié, gris jaunâtre, qui passe au silex ou au quartzite. Dans le haut, certains lits deviennent extrêmement siliceux et sont mis en saillie par la corrasion. Tout le haut de la garat est curieusement déchiqueté par les actions éoliennes. Le versant S.W. de celle-ci (comme de toutes les gour voisines) est enfoui sous une épaisse couche de sable qui s'élève en une petite dune sur le sommet.

Les gour d'El Bab sont constituées de la même façon ; elles sont partiellement ensablées. Il est évident pour moi que toutes les grandes dunes d'El Bab (dont quelques-unes atteignent 100



FIG. 14. — COUPE DU BORD ORIENTAL DE LA SEBKHAT DE MZEZZEM. — Longueurs : 1/20 000 ; hauteurs : 1/10 000 environ.

mètres d'altitude, mesurés) ont un noyau rocheux formé par ces gour alignées au bord d'une vallée.

La Sebkhât Mzezzem est l'aboutissant d'une telle vallée dont les berges sont encore bien distinctes. Sur la berge nord s'élèvent les Gour el Hajlane qui sont dépourvues de sable et qui offrent une coupe plus développée que les précédentes (fig. 14).

1) Le fond de la sebkhât est établi sur des marnes ou argiles jaunes en surface, vertes à l'intérieur, avec quelques parties rouges ou brunes, fortement gypseuses et pyriteuses ; sur le sol, on recueille, en abondance, de grands cristaux lamellaires de gypse (que mes méharistes appelaient *louz* et non plus *zebbs*) et des rognons ferrugineux (30 m.).

2) Dolomie jaune marquant un petit ressaut de terrain (1 m.).

3) Marnes dolomitiques, jaune soufre, contenant des lits de gypse et, vers le bas, un lit d'argile verte (3 m.). Ces marnes contiennent de nombreux *Aporrhais Fourneli* Coq., assez mal conservés.

4) Gypse et calcaire en plaquettes blanches (3 m.), formant un palier.

5) Dolomie tendre, fissile, jaune (15 m.). Un lit voisin du sommet est rempli d'*Inoceramus regularis* D'ORB.

6) Gypse en couches épaisses alternant avec quelques lits de dolomie jaunâtre, fissile, caverneuse (15 m.).

7) Banc de dolomie grise (0 m. 50).

8) Gypse en bancs alternant avec un calcaire blanc, plus ou moins magnésien (5 m.).

9) Calcaire magnésien blanc, formant une petite corniche (1 m.).

10) Calcaire blanc, assez tendre, et calcaire dolomitique gris, à concrétions siliceuses brun noirâtre, avec quelques intercalations gypseuses (15 m.).

11) Grès ou quartzite, gris ou rouge, suivant les points, rempli de rognons et de lames de silex (2 m.). On y voit quelques fossiles qu'il est fort difficile de dégager.

Les marnes inférieures me semblent être l'équivalent des marnes à *Alect. Nicaisei*, c'est-à-dire du Campanien que nous n'avions pas vu depuis Chaab er Rtem (à 160 km. plus au Nord); par contre, l'ensemble de ces couches appartient certainement au Maestrichtien. D'ailleurs, la Sebkhât Mzezzem est bordée au Sud par un petit plateau dont le sol est littéralement revêtu de fragments de silex noirs. Beaucoup de ces silex sont des Inocérames; les uns sont identiques à *Inoceramus regularis* D'ORB.; les autres ont cette dépression postérieure qui est un des caractères (mais non le seul) d'*Inoc. impressus* D'ORB. C'est le résidu de couches correspondant sensiblement au n° 5. Après de longues recherches, j'ai trouvé un exemplaire de *Libyoceras Ismaelis* ZITT.; d'autre part, le capitaine BOUÉ a recueilli, au même endroit, avec de nombreux Inocérames, un morceau de Baculite très usé dont la section est celle de *Baculites anceps* LAMK¹. Il s'agit donc bien du Maestrichtien.

Au Sud de la Sebkhât de Mzezzem, on parcourt une plaine légèrement inclinée, de sorte qu'on remonte lentement la série stratigraphique (du moins les niveaux inférieurs du Maestrichtien). Le sol est formé d'un mélange de gypse pulvérulent et de silex noirâtres qui rendent la marche pénible.

Au-dessus de la plaine se dressent, de loin en loin, quelques gour: Gloub el Menachi, Garat Hattaba (pl. III, fig. 2), el Ouaten, Tesfine, etc., qui ont la même composition. Voici la coupe de Garat Hattaba:

1) Gypse occupant la plaine et couvert de silex noirs ou bruns, très brisés.

1. Ce sont les seuls Ammonoïdes que j'ai vus dans tout mon voyage.

2) Marne et gypse avec petits lits de dolomie, grise ou jaune, souvent ondulés (une vingtaine de mètres).

3) Banc de calcaire blanc, un peu caverneux, légèrement dolomitique, renfermant de nombreux *Milliolidés* et des traces de Mollusques (1 m.).

4) Gypse alternant avec des marnes ou argiles (6-7 m.).

5) Banc de calcaire dolomitique, gris clair, analogue à 3, mais plus gros et plus dur (2 m.); les *Milliolidés* y abondent.

6) Calcaire dolomitique et marne, en petits lits, avec quelques bancs de gypse intercalés (7-8 m.).

7) Gros banc de dolomie, roux foncé, formant corniche (2 m.). Outre des nodules de silex et des géodes de calcite, on y voit d'assez nombreux *Inocérames*.

8) Probablement des marnes ou des gypses (on ne voit à peu près rien sur 5 ou 6 mètres, à cause des éboulis de la dalle supérieure).

9) Bancs de dolomie rousse ou rouge en surface, séparés par quelques lits marneux ou gypseux, et de grès à ciment dolomitique. Les *Inocérames* n'y sont pas très rares; en outre, on voit de nombreux nodules noirâtres dont les uns sont du silex, tandis que les autres sont plutôt une sorte de quartzite. Certains bancs de grès dolomitiques se transforment en quartzites, en quelques points (7-8 m.).



FIG. 15. — COUPE DU RAS EL GHOUL, AU N.N.W. DE GHADAMES (Légende dans le texte).

Longueurs : 1/10 000; hauteurs : 1/5 000.

Au Ras el Ghoul, en dessus de la petite oasis de Tekout, la coupe est assez analogue (fig. 15). Au-dessus du sol de la sebkhat viennent :

1) Marnes, gypses, dolomies (20 m.).

2) Banc dolomitique, un peu plus dur, formant une légère saillie (1 m.).

3) Marnes (dolomitiques ?) alternant avec des dolomies en plaquettes dont les débris recouvrent les pentes (7-8 m.).

4) Dolomie gréseuse, de couleur saumon, et grès gris (roux en surface), passant au quartzite. L'ensemble forme un abrupt de 5-6 mètres qui supporte les ruines du vieux village (Ksar el Ghoul). *Inoceramus regularis* D'ORB. (forme à côtes saillantes) et *Tapes fragilis* D'ORB. voisinent avec de nombreux fossiles indéterminables.

La Garat Houdh el Abiodh est une colline tabulaire située au N.N.W. de Ghadames et entourée de toutes parts par les dunes de l'Erg (pl. III, fig. 1). Elle mesure 40 mètres de hauteur relative. Tout autour règne un couloir que bordent, d'autre part, des dunes atteignant une vingtaine de mètres au-dessus du couloir. Des éboulis abondants gênent beaucoup les observations. Dans le bas,

il semble y avoir des dolomies jaunes (10 m.), suivies d'un banc de grès grossier, rouge (1 m.), puis des marnes dolomitiques (20 m.); le tout se termine par un grès grossier, jaune roux, passant en haut à un quartzite brun. L'ensemble produit un abrupt de 10 mètres. La surface du plateau est complètement polie par le sable, tandis que la tranche est couverte de vermiculures (fig. 16).

Le Ras Ghadamsi est complètement isolé dans la plaine à 5 km. S. E. de Ghadames; sa hauteur est d'une cinquantaine de mètres. Le sol de la sebkhat, qui s'étale à l'Ouest de la colline, est parsemé de bloc de grès ou de quartzite, renfermant quelques Lamellibranches en assez mauvais état; ils se rapprochent de *Meretrix ovalis* GOLDF. (non Sow., *Venus subovalis* D'ORB.), fossile commun dans le Maestrichtien d'Aix-la-Chapelle. Le pied de la Garat est formé par des argiles ou marnes extrêmement chargées de gypse, lequel se présente aussi bien en bancs qu'en cristaux disséminés. Presque toute la colline est constituée par des marnes



FIG. 16. — DOLOMIES ET QUARTZITES COURONNANT LA GARAT HOUDH EL ABIODH.

dolomitiques et des dolomies jaunâtres, alternant avec des bancs de gypse. Certains bancs, un peu plus durs que les autres, revêtent un petit plateau et des gradins. L'ensemble est d'ailleurs mal visible, à cause des éboulis et des encroûtements gypseux. Cependant, un petit lit de dolomie cavernueuse, jaunâtre, affleurant au niveau du premier palier, m'a fourni en abondance *Tapes fragilis* D'ORB., fossile commun dans le Maestrichtien, sans être

spécial à cet étage. Au sommet du Ras subsistent seulement quelques blocs du grès (dolomitique?), jaune ou roux, qui couronne les autres gour; on y voit seulement des Inocérames.

Le petit plateau auquel est adossée la ville de Ghadames n'offre qu'une partie des couches (fig. 17).

1) Marnes très gypseuses, contenant des lits de dolomie jaunâtre et des bancs de gypse (8-10 m.). De nombreux fours à plâtre jalonnent l'affleurement.

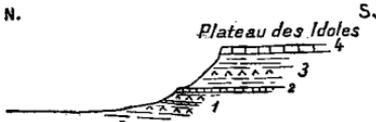


FIG. 17. — COUPE DU PLATEAU DE GHADAMES.
(Légende dans le texte.)

2) Banc de calcaire dolomitique rose rouge, très brisé, par suite du boursoufflement du gypse (0 m., 40) (Ces deux niveaux inférieurs ne sont pas visibles à Ghadames même, où le plateau des Idoles offre seulement les suivants).

3) Marnes dolomitiques jaunâtres, à bancs de gypse (10 m.).

4) Dalles d'une roche dure, à cassure vive, jaune ou rouge (2 m.). Cette roche est un peu variable d'un point à l'autre. Un échantillon que j'ai examiné au microscope est un grès à ciment calcaire. Les grains de quartz, anguleux et très fins, sont réunis par un ciment plus abondant qu'eux. D'autres fois, le ciment est si réduit que la roche ne fait presque plus effervescence; on a un grès passant au quartzite. Inversement, certains blocs seraient mieux qualifiés de calcaire gréseux ou encore de calcaire siliceux. La couleur est également variable; dans le même banc, il y a des parties jaunes et d'autres d'un rouge franc; ce sont ces parties rouges qui impriment une teinte spéciale à la Hamadat et lui ont valu le nom de Hamadat el Hamra. La surface des bancs est polie par le sable. Les fossiles n'y sont pas très rares, mais je n'ai pu reconnaître qu'*Inoceramus regularis* D'ORB.

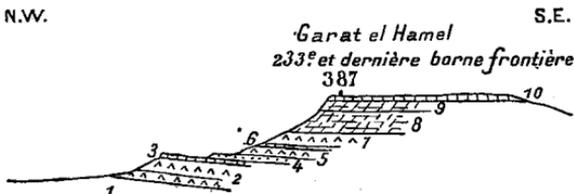


FIG. 18. — COUPE DE LA GARAT EL HAMEL, AU SUD DE GHADAMES. — Longueurs : 1/10 000; hauteurs : 1/5 000 environ.

(Légende dans le texte.)

A 13 km. au S.W. de Ghadames s'élève la Garat el Hamel, qui porte la 233^e et dernière borne (pl. II, fig. 3); avec le Ghourd Messaouda (401), c'est le point le plus élevé des environs de Ghadames (387; Ghadames, les Idoles, 345).

Voici la coupe que j'y ai relevée (fig. 18) :

1) Marnes gypseuses, recouvertes de cristaux de calcite, visibles dans le fond d'une dépression (allant rejoindre l'Oued Marixen, qui s'allonge à quelques kilomètres de là).

2) Dolomies et gypses assez mal visibles (quelques mètres).

3) Bancs de calcaire dolomitique rouge, puis de calcaire siliceux, blanc jaune à parties rouges (2 m.) (Ce sont vraisemblablement les bancs couronnant le plateau de Ghadames, n° 4 de la coupe précédente).

4) Grès jaune (1 m.). En certaines parties, le grès contient des dragées quartzeuses.

5) Marnes gypseuses (5-6 m.).

6) Banc de marnes dolomitiques assez dures (1 m., 50).

7) Marnes gypseuses (5-6 m.).

8) Marnes dolomitiques jaunes (15 m.), contenant d'assez nombreux fossiles, surtout à la base : *Arca (Cucullæa) Schweinfurthi* QUAAAS, *Cardita Beaumonti* d'ARCH., *Aporrhais Fourneli* COQ., *Strombus parvulus* KRUMB., *Voluta stromboides* MUN.-CH.

9) Calcaire dolomitique blanc, assez dur à l'intérieur, mais s'effritant sur les affleurements (5 m.).

10) Banc de calcaire gris jaunâtre, un peu caverneux, contenant des fossiles silicifiés, entre autres *Turritella Forgemoli* COQ. (1 m.).

Ce banc paraît être le même que celui qui revêt diverses gour des environs de Ghadames. A la Garat Temblili (signal 375 de la carte, à 3 km. S.W. de Ghadames), ce banc n'est plus représenté que par quelques blocs, très intéressants, parce qu'ils renferment une faune assez riche : *Modiolaria Michali* PERV., *Astarte similis* MÜNSTER, *Cardita Beaumonti* d'ARCH., *Cardium semipustulosum* J. MÜLLER, *Meretrix analoga* FORBES, *Tellina Arcotensis* STOL., *Lucina Calmoni* PERV., *Corbula striatuloides* FORBES, *Fissurella Donau* PERV., *Calyptræa Bouéi* PERV., *Fasciolaria Desjardinsi* PERV., *Turritella Forgemoli* COQ., *Mesalia Foucheri* PERV., *Natica Bouveti* PERV., *Solarium Cydamense* PERV., *Marginella garamantica* PERV., *Pseudoliva antiqua* BINKHORST.

Comme on le voit, beaucoup de ces espèces sont nouvelles¹, mais elles sont accompagnées d'espèces déjà connues dans le Sénonien supérieur de l'Europe (Maestricht) ou de l'Inde. *Turritella Forgemoli*, d'abord rencontrée dans l'Éocène d'Algérie, a été trouvée depuis dans les couches à *Exog. Overwegi* d'Égypte.

Les couches de la Garat el Hamel ne sont pas horizontales ; elles dessinent un demi-entonnoir ouvert vers le Nord. Ce me

1. Elles sont décrites dans le 2^e volume de mes Études de Paléontologie Tunisienne ; je me suis fait un plaisir de les dédier au colonel Foucher, commandant militaire des Territoires du Sud, et aux membres de la mission de délimitation : commandant Donau, capitaines Boué et Meullé-Desjardins, lieutenants Bouvet et Keiser, officier interprète Michal.

semble être un entonnoir d'effondrement, car la Hamadat offre des strates d'une horizontalité presque parfaite. Au Sud de la Garat Temblili, on voit également un petit synclinal en relief (dont les couches plongent parfois de 15 à 20°), également dû à des dissolutions et tassements en profondeur.

Lorsque, venant du Sud, de la Garat el Hamel, on descend dans la Sebkhât el Melah et on se dirige vers Tounine et Sidi Maabed, on constate que les bords de la cuvette sont formés par un banc de calcaire rouge, subcristallin, qui semble être le même que celui des Idoles à Ghadames ; il repose sur un ensemble de calcaires dolomitiques, s'effritant sur les pentes (4-5 m.), puis de marnes ou argiles verdâtres, avec bancs de gypse et de calcaire dolomitique (30 m.). Le fond de la cuvette est occupé par une argile gypseuse, jaune verdâtre. Dans le haut des marnes se voit un banc de calcaire dolomitique, tendre, caverneux, qui est rempli de fossiles : *Hemiaster* cf. *H. Brahim* P. et G., *Arca Schwabenau* ZITT., *Pecten* sp., *Cardita Beaumonti* d'ARCH., *Cardium* cf. *C. scrobiculatum* et *Cardium* cf. *C. Becksi* J. MÜLLER, *Meretrix analoga* FORBES, *Tapes fragilis* d'ORB., *Lucina Calmoni* PERV., *Siliqua Keiseri* PERV., *Corbula striatuloides* FORBES, *Aporrhais Fourneli* COQ., *Strombus parvulus* KRUMB., *Fusus* (?) *gibbosus* ZEKELI, *Voluta Baylei*? COQ.

Il est évident que ces formations des environs de Ghadames appartiennent encore au Crétacé. VATONNE et COQUAND les ont classées dans le Campanien. Je crois que tout est Maestrichtien (à l'exception peut-être des marnes inférieures des Gour el Hajlane, qui peuvent être campaniennes) ; la question est de savoir si la fin ne doit même pas être attribuée au Danien. C'est, en effet, au Danien que la plupart des auteurs rattachent les couches à *Cardita Beaumonti* de l'Inde. Il importe cependant de remarquer que cette espèce est commune dans les couches à *Exog. Overwegi* d'Égypte, qui représentent le Maestrichtien supérieur. La faune des environs de Ghadames a les plus grandes affinités avec la faune à *Exog. Overwegi* ; si je n'ai pas recueilli (dans l'Extrême-Sud) d'exemplaires certains de cette espèce, elle a été mentionnée, à diverses reprises, dans des gisements situés au Nord et au Nord-Est de Ghadames. L'un des fossiles les plus abondants à la Garat Temblili, *Turritella Forgemoli* COQ., a d'abord été trouvé dans l'Éocène, mais on l'a retrouvé depuis, en Égypte, dans les couches à *Exog. Overwegi*. Il est juste de constater encore que plusieurs espèces nouvelles ont beaucoup d'affinités avec des espèces tertiaires, mais on sait maintenant que la faune de Gastropodes du Sénonien supérieur diffère fort peu de celle de

l'Éocène ; si on avait basé les zones paléontologiques sur les Gastropodes, la grande coupure aurait été placée au Sénonien. En résumé, les couches des environs de Ghadames appartiennent au Maestrichtien ; leur partie supérieure peut être danienne, mais il est impossible de l'affirmer. Le Danien est encore un étage fort mal défini, n'ayant guère qu'un fossile caractéristique : *Nautilus danicus* SCHLOT.; chaque fois qu'on ne trouve pas ce fossile (et c'est le cas ici), on ne sait où placer la coupure.

Ces couches maestrichtiennes se prolongent à travers toute la Tripolitaine jusqu'au Désert libyque. J'ai trouvé près de Ghadames des fossiles que ROHLFS a recueillis au Dj. Tar (16° long. E.), et d'autres qui ont été rapportés par ZITTEL des grandes oasis du Désert libyque. Ces mêmes formations se poursuivent au Sud et à l'Ouest de Ghadames. De la Garat el Hamel, qui forme comme un observatoire, une bonne jumelle permet de les suivre jusqu'au près de Haci Imoulaï. Dans l'Ouest, on voit les dunes du Grand Erg reposer sur cette base horizontale. Dans les matériaux de M. FOUREAU, j'ai trouvé des échantillons identiques au calcaire à Turritelles de la Garat el Hamel et au calcaire dolomitique, jaune, à empreintes de Mollusques, de Tounine ; ces échantillons viennent des environs de Haci Imoulaï. Les autres sont moins caractéristiques. On peut dire seulement que les grands cristaux de calcite et les billes quartzseuses, recueillis par M. FOUREAU à Tin Yagguine, ont leurs semblables dans la partie inférieure du Maestrichtien de l'Extrême-Sud Tunisien. Je n'ai rien vu qui permette d'affirmer la présence du Campanien, pas plus que de l'ensemble Santonien-Coniacien. Par contre, M. FLAMAND vient de nous faire connaître l'existence de marnes à *Ostrea Nicaisei* COQ., *O. Pomeli* COQ. et *O. cf. Forgemoli* COQ., sur la rive droite de l'Oued In-Sokki (Tadmait) ; c'est certainement le Campanien. Il est vraisemblable que cet étage existe également dans l'intervalle. Il est probable que les couches crétacées de Bilma se reliaient à celles qu'on observe près de Ghadames. D'autre part, les fossiles de l'Adar Douchi (Sahara Soudanais), figurés par GARDE¹, rappellent incontestablement ceux de la Garat Temblili.

La haute falaise bordant la dépression du Djoua, de Timassanine à Ohanet, est la symétrique de celle qui borde la Djefara. La Hamadat de Tinghert fait le pendant du Dahar tunisien. La composition et l'aspect des terrains sont très analogues de part et d'autre, comme on peut s'en rendre compte en examinant les

1. GARDE. Descr. géol. rég. entre Niger et Tchad, p. 92, pl. 1.

descriptions de M. FOUREAU¹ et les collections qu'il a rapportées. En dehors des fossiles mentionnés par M. HAUG, je dois citer la présence d'une Ammonite turonienne, un peu moins usée que les autres et qui semble être *Vascoceras Durandi* TH. et P. Le capitaine CORTIER a recueilli, dans la même région, une Ammonite que M. LEMOINE² rapproche de *Vascoceras Mundæ* CHOFFAT. Ces deux Ammonites appartiennent au Turonien inférieur. Il semble, d'après les indications du capitaine CORTIER, que le Turonien s'avance jusqu'à Haci Timmelloulin, à une centaine de kilomètres au S.W. de Ghadames.

Par contre, le Cénomaniens et le Turonien semblent faire défaut dans l'Est. A la grande descente du bord sud de la Hamadat el Hamra, au passage d'El Bab qui mène de cette Hamadat dans l'Oued Heran (13° long. E.), le Sénonien (peut-être même le Maestrichtien) semble reposer directement sur les grès dévonien. Du moins ne trouve-t-on rien dans les descriptions de Barth et d'Erwyn de Bary qui permette de soupçonner l'existence du complexe Cénomaniens-Turonien.

En résumé, tout l'Extrême-Sud de la Tunisie est formé par les niveaux élevés du Crétacé. Il en est de même pour la Tripolitaine³.

La mer crétacée s'étendait de là en Égypte, en Perse et dans l'Inde. D'autre part, elle couvrait tout le Sahara. A la fin du Crétacé eut lieu une émergence définitive, non seulement du Sahara⁴, mais aussi du Sud de l'Algérie, de la Tunisie et de la Tripolitaine propre. La mer ne subsistait qu'au Soudan, d'une part, au Nord des Chotts, en Cyrénaïque et dans une partie de l'Égypte, d'autre part. Ces dernières régions étaient une dépendance de la Méditerranée d'alors.

Au Miocène, la mer dut encore reculer; elle n'existait plus qu'au voisinage des côtes actuelles. Dans l'intérieur, les formations miocènes, quand elles ne font pas défaut, sont de nature lacustre, fluviatile ou continentale.

1. F. FOUREAU. Documents scientifiques de la Mission saharienne, p. 565 et suivantes.

2. CORTIER et LEMOINE. Géol. du Sahara et du Soudan. *B. S. G. F.*, IX, 1909, p. 409.

3. Il s'agit ici de la Tripolitaine au sens strict, c'est-à-dire du vilayet de Tripoli. La même remarque s'applique à l'emploi de ce terme dans ma note à l'Académie des Sciences (4 décembre 1911), qui a été mal interprétée par nos voisins. Le vilayet de Ben Ghazi ne fait pas partie de la Tripolitaine à proprement parler, quoique, dans le langage courant, ce dernier nom soit appliqué aux deux gouvernements.

Les anciens auteurs avaient signalé des Nummulites en Cyrénaïque, mais un doute subsistait à ce sujet. Les recherches récentes de M. GREGORY ont montré que l'Éocène formait la plus grande partie du plateau.

4. M. LEMOINE a déjà fait observer que les gisements éocènes du Sahara étaient très douteux (Sur quelques fossiles du Tilemsi. *Bull. Soc. philom.*, 1909, p. 103).

Le Pontien, qui joue un rôle si important en Algérie et en Tunisie, ne semble pas exister au Sud des Chotts, en dehors de la cuvette du Nefzaoua. Je n'ai vu nulle trace de ces couches rouges dans l'Extrême-Sud, où le Crétacé est à nu dans toute la Hamadat, tandis qu'au bord de l'Erg il se montre directement recouvert par les dunes. Toutes les gour sont constituées par le Crétacé, contrairement à ce qu'on observe dans le Sud-Oranais.

Le fond des oueds est occupé par des alluvions grossières, qui atteignent 40 mètres de puissance à Bir Alapetite. Ces cailloutis peuvent être fortement cimentés. En outre, j'ai trouvé, en quelques points, des restes de terrasses échelonnées à deux niveaux. Sur le petit plateau de Draa Hamouda (15 km. S. W. de Zar), on observe une véritable nappe de cailloutis cimentés, à 30-45 mètres au-dessus du fond de la vallée actuelle. C'est évidemment l'équivalent de la troisième terrasse de M. FLAMAND.

La terrasse de 7-10 mètres a laissé des vestiges beaucoup plus nombreux. J'ai déjà signalé son existence, au bord du Dahar, à l'origine de divers oueds décapités¹.

Il n'a été trouvé aucun ossement dans ces divers cailloutis, ce qui n'a pas lieu de surprendre, étant donnée la rapidité des explorations.

Je dois ajouter que la carapace calcaire, si commune dans le Centre de la Tunisie, remplacée dans le Sud par une croûte gypso-calcaire, fait entièrement défaut dans l'Extrême-Sud. A vrai dire, on remarque parfois, sur les pentes, des placages gypseux, dus au remaniement de couches voisines, mais il n'y a rien de semblable à cette croûte continue qui englobe tout en d'autres régions.

J'attribue à une époque encore plus récente les dépôts coquilliers qu'on observe dans plusieurs vallées sèches, au fond même de celles-ci. Au Nord de l'oasis de Ghadames passe un oued mort, dont le fond est revêtu par une sorte de tuf gris, gypso-calcaire (exploité pour la fabrication du plâtre), renfermant de nombreuses coquilles de Mollusques d'eau douce : *Melania tuberculata* MÜLLER, *Limnæa Vatonnei* BOURG., *Planorbis Maresianus* BOURG.² Il s'agit d'un dépôt fluviatile, semblable à ceux que DUVEYRIER a signalés depuis longtemps dans divers bas-fonds de l'Erg et qui se poursuivent dans tout le Sahara Algérien. C'est

1. PERVINQUIÈRE. Le Sud Tunisien, p. 414, 430, 437. J'en ai vu d'autres traces à mon dernier voyage ; c'est l'équivalent de la quatrième terrasse de M. FLAMAND ; elle appartient au Quaternaire récent.

2. Beaucoup d'échantillons sont libres à la surface. Il importe d'ajouter qu'aucun Mollusque ne vit dans la grande source ni dans les canaux de l'oasis.

ce que M. FLAMAND appelle « les calcaires farineux blancs de la zone d'épandage ».

On remarquera que les tufs de Ghadames ne m'ont fourni aucun spécimen de *Cardium edule* L. (contre 200 Gastropodes environ). Au contraire, près de Bir Pistor (30 km. N. de Ghadames), au niveau de la Sebkhât Mzezzem, un banc de 50 centimètres est formé presque uniquement de *Cardium*, sans autre Mollusque. La différence de faune s'explique par les conditions du dépôt. L'Oued Ghadames coulait encore lorsque s'est effectué le dépôt à Mélanies, Limnées et Planorbis dans une eau douce. Au contraire, l'Oued Mzezzem était déjà barré et son eau était devenue salée lorsque s'est produit le dépôt à *Cardium edule*. Les deux dépôts peuvent être presque contemporains l'un de l'autre ; ils appartiennent au Quaternaire récent, mais ce dernier est vraisemblablement plus jeune. C'est à la progression des dunes de l'Erg qu'il faut imputer le barrage de toutes ces rivières et leur transformation en lacs, d'abord doux, puis salés.

Dans l'Erg Djeneien, ce même phénomène du barrage des oueds a donné naissance à un lac sodique, maintenant desséché. C'est, je crois, le premier exemple qui ait été cité dans l'Afrique du Nord. Le Houdh ech Chebb est une cuvette entourée par des dunes atteignant 60 mètres de hauteur relative ; c'est manifestement un tronçon de l'Oued Abd Allah, complètement isolé du cours supérieur de cet oued, aussi bien que de l'Oued Djeneien où il se rendait jadis. Cette cuvette contient un dépôt de sulfate de soude assez curieux, mais irrégulier ; une petite tranchée que j'ai fait pratiquer, à une vingtaine de mètres du bord, m'a montré la succession suivante :

- 1) De 0 à 5 ou 10 cm. (suivant les points) : sable de dune couvert d'efflorescences salines.
- 2) De 10 à 25 ou 40 cm. : argile verdâtre, à cristaux de sels.
- 3) De 25 ou 40 à 50 ou 55 : couche de sel pur (sulfate), irrégulière.
- 4) De 50 ou 55 à 60 : terre avec quelques cristaux.
- 5) De 60 à 100 cm. : couche saline mêlée d'argile jaune verdâtre.

La composition des couches varie sans cesse, de même que leur épaisseur. Ces dépôts salins semblent ne former qu'un anneau autour de la cuvette, car une autre tranchée, faite au milieu de la cuvette (à 1 ou 2 m. en contre-bas), n'en a pas rencontré. Après quelques centimètres de sable meuble, couvert de petits cristaux de gypse, on a entamé une argile sableuse, verdâtre, riche en cristaux de gypse (surtout entre 50 cm. et 1 m. de profondeur). Le fond est vaseux.

M. LETEUR, préparateur à la Sorbonne, a bien voulu analyser

un échantillon de la couche la plus pure (n° 3). Il a trouvé les résultats suivants :

Sable	3,24
CaO	0,88
MgO	0,23
Na ² O	40,12 (déduit de l'acide sulfurique)
SO ³	53,37
Eau	1,65 (dosée sur un échantillon différent)
	<hr/> 99,49

En faisant abstraction du sable, cette analyse peut s'interpréter ainsi :

Na ² SO ⁴	95,36
CaSO ⁴	2,21
MgSO ⁴	0,72
Eau	1,71
	<hr/> 100,00

Primitivement, le sel contenait beaucoup plus d'eau ; il était extraordinairement efflorescent ; il y a donc lieu d'admettre qu'il s'agissait de mirabilite : Na²SO⁴, 10 H²O. Au milieu des blocs (qui ont perdu toute transparence et tombent en poussière), on rencontre quelques noyaux durs, ne s'altérant pas, qui doivent être de la thénardite (Na²SO⁴). Dans les parties les plus pures, la masse saline est donc principalement formée de sulfate de soude hydraté, avec de faibles quantités de sulfate de chaux et de sulfate de magnésie. Il est très remarquable de constater qu'il n'y a pas de chlorure de sodium, pas plus que de bromure ni d'iodure. Il ne peut donc s'agir d'un dépôt marin ; c'est certainement une formation lacustre. D'autre part, il n'y a pas de carbonates ; il ne s'agit donc pas d'un accident de sédimentation dans un lac à natron. L'origine de ce sulfate de soude reste encore assez énigmatique. La présence de la thénardite indique que la température de l'eau du lac pouvait devenir assez élevée¹.

Les valves de *Cardium edule* sont communes dans les dépressions de l'Erg Djeneien ; toutes celles que j'ai vues gisaient en surface et avaient l'apparence de coquilles actuelles.

J'ai entrepris quelques petits sondages dans la Sebkhât de Mzezem, en face de Bir Pistor. Il n'a pas été possible de dépasser

1. D'après les recherches de VAN T'HOFF, une solution de sulfate de soude laisse déposer de la mirabilite au-dessous de 33° et de la thénardite au-dessus de 33°.

1 m. 50, à cause des venues d'eau. A cette profondeur, on rencontre une bouillie fluide, faite de cristaux de gypse, d'eau et d'argile. Le gypse domine à tous les niveaux, associé à des sels de sodium et de magnésium. En surface s'étend une couche de chlorure de sodium impur ; cette couche est limitée à certaines parties. Je n'ai trouvé ni sulfate de soude ni natron ; d'après certains indigènes, il y en aurait dans l'extrémité orientale (tripolitaine) de la sebkhat.

Tectonique. — Le Dj. Tebaga est la dernière chaîne ; elle est orientée à peu près W.-E., mais elle est nettement incurvée. Au Sud, on ne rencontre plus aucun plissement.

La Djefara est établie sur l'emplacement d'un vaste bombement, orienté comme le 2^e système de plissements que j'ai signalé autrefois en Tunisie, c'est-à-dire à peu près N.W.-S.E. Le bord de la cuvette du Dahar n'est que le bord de ce vaste dôme. J'ai déjà indiqué comment ce plissement N.W.-S.E. vient se raccorder avec le Dj. Tebaga, en produisant une sorte d'arête de rebroussement. Les sources chaudes d'El Hamma paraissent en relation avec cet accident.

Dans le Dahar règne le régime tabulaire. Si on fait abstraction des affaissements locaux, toutes les couches paraissent horizontales ; toutefois, en repérant la cote de certaines couches en des points espacés, on reconnaît qu'il y a une pente de quelques minutes vers Ghadames.

Cette oasis se trouve ainsi dans une cuvette où l'eau se concentre et reparaît au jour par des orifices naturels ou artificiels.

Dans la région du Nefzaoua, il semble y avoir de légers bombements, mais ils n'ont aucune importance.

Une mention doit être faite des nombreux effondrements en entonnoir que l'on rencontre aussi bien dans la Djefara (Trias gypseux) qu'aux environs de Ghadames (Maestrichtien gypseux).

IV. — TRIPOLITAINE ET CYRÉNAÏQUE.

J'ai pu constater que le Trias et le Jurassique passaient en Tripolitaine. Ce dernier forme de petites buttes coniques au pied de la grande falaise crétacée. J'ignore jusqu'où s'étendent ces terrains. Il est probable qu'ils ont été complètement nivelés (sauf quelques pitons très espacés) et qu'ils disparaissent promptement sous les atterrissements récents. A vrai dire, OVERWEG¹

1. OVERWEG. Geognostische Bemerkungen auf der Reise von Philippeville über Tunis nach Tripoli und von hier nach Murzuk in Fezzan. Anmerkungen der Herrn G. Rose und Beyrich. *Zeitschrift d. d. Geol. Ges.*, vol. III, 1851, p. 93-106.

indique, au pied du Yefren, des marnes bariolées (rouge, bleu, vert, jaune), suivies de gypse, ce qui fait penser au Trias ; il faut remarquer cependant que le Cénomaniens de la région renferme des argiles diversement colorées.

D'après la description d'OVERWEG, la falaise qui borde la Djefara a sensiblement la même composition qu'en Tunisie, mais les grès sont moins développés qu'à Dehibat ; à leur place se développent des marnes gypseuses, comme près de Guermessa et de Douirat. Comme fossiles, OVERWEG signale seulement des traces de Rudistes et une Trigonie voisine de *T. sinuata* PARK. (*T. Beyrichi* KRUMBECK). Plus loin, dans l'Est, au Dj. Tarhouna, M. VINASSA DE REGNY a recueilli un certain nombre de Rudistes, étudiés par M. PARONA¹, qui indiquent le Turonien.

Au cours d'une mission hydrologique en Tripolitaine, M. HÉGLY, ingénieur des ponts et chaussées à Tunis, a trouvé un certain nombre de fossiles qu'il a bien voulu me remettre. Parmi ceux-ci, on remarque des Rudistes qui s'observent en abondance sur le rocher formant le promontoire de l'ancien port de Leptis Magna, au Sud-Est de Lebda (Khoms). En ce point vient mourir, au niveau de la mer, la grande falaise qui enserme la Djefara. M. HENRI DOUVILLÉ a eu la grande obligeance d'examiner ces fossiles, dont l'état de conservation laisse malheureusement à désirer. Ce savant estime qu'on a affaire à *Caprinula Sharpei* CHOFFAT² ou à une espèce très voisine. Avec ces Caprinules se trouvent quelques Radiolites voisins de *Præradiolites Ponsianus* D'ARCH. J'ajouterai que ces derniers fossiles rappellent également celui que PERON a figuré sous le nom de *Radiolites Lefebvrei* BAYLE. Le type vient d'El Goleah, de formations tout à fait analogues à celles-ci et occupant la même position stratigraphique.

Ces divers fossiles indiquent le Turonien inférieur. La grosse dalle qui borde le Dahar (aussi bien en Tunisie qu'en Tripolitaine) représente donc le Turonien, sans qu'il soit possible de fixer rigoureusement les limites par rapport au Cénomaniens et au Sénonien.

Les spécimens de roches qui m'ont été remis par M. HÉGLY prouvent que le Turonien conserve son même faciès jusqu'à Khoms. Près de Sidi Ali Msaïd, entre Tarhouna et Msellata, cet ingénieur distingué a ramassé de gros silex rubannés, gris et chocolat,

1. PARONA. Fossile turoniani della Tripolitania. *Atti. Acad. Lincei, Rendiconti* (Cl. sc. fis. mat. e nat.), vol. XV, 1906, p. 160.

2. Ce nom a été créé par M. CHOFFAT pour *Caprinula Roissyi* SHARPE non D'ORB. L'espèce a été discutée par M. H. DOUVILLÉ : Études sur les Caprinules. Caprinules d'Alcantara. *B. S. F. G.*, (3), vol. XVI, 1888, p. 708-713.

semblables à ceux qu'on trouve en Tunisie dans le haut de la barre turonienne.

Comme on l'a vu précédemment, le Sénonien (spécialement le Maestrichtien) est très développé dans la Tripolitaine propre, mais il n'est pas représenté dans les matériaux de M. HÉGLY. Jusqu'à présent, on ne connaît pas d'Éocène dans cette région, car il ne m'est pas possible de me ranger à l'interprétation de la grande falaise proposée par M. STANISLAS MEUNIER¹. Par contre, M. GREGORY vient de nous montrer que l'Éocène joue un rôle important en Cyrénaïque². La Cyrénaïque était donc immergée tandis que la Hamadat tripolitaine était émergée. La majeure partie de la Cyrénaïque paraît occupée par des formations éocènes, supportant çà et là un peu d'Oligocène. Par contre, le Miocène semble limité au voisinage de la côte. ROLLAND en faisait du Miocène moyen³. SUSS, d'après ZITTEL, le rapportait au 2^e étage méditerranéen⁴. M. GREGORY a observé ces couches miocènes qu'il attribue à l'Helvétien, en spécifiant qu'il n'y a ni Burdigalien, ni Tortonien⁵. Cette dernière conclusion ne me paraît pas exacte. J'ai signalé l'existence du Burdigalien à Ben Ghazi, d'après quelques fossiles qui m'avaient été aimablement communiqués par M. LEMOIGNE⁶. La roche est un calcaire grossier, blanc jaunâtre, renfermant des débris d'Algues calcaires et de Mollusques divers ; outre une grande Cardite incomplète, des dents de Squales (*Carcharodon* etc.), un fragment de côte d'*Halitherium*, je possède deux grands Oursins très bien conservés, appartenant à une espèce du Burdigalien d'Algérie : *Clypeaster acclivis* POMEL⁷. Ces fossiles ont été recueillis en creusant un puits à quelques kilomètres de Ben Ghazi.

La présence du Burdigalien en Cyrénaïque n'est donc pas douteuse. Je serais d'ailleurs porté à penser que les couches à *Clypeaster acclivis* sont les mêmes que celles que M. GREGORY a

1. STANISLAS MEUNIER. Examen sommaire d'une collection de roches de Tripolitaine. *B. S. G. P.*, (4), vol. V, 1905, p. 71.

2. G. J. W. GREGORY and others. Contributions to the geology of Cyrenaïca. *Quarterly Journal Geol. Soc.*, vol. LXVII, 1911, p. 572-680, pl. XLII-XLIX.

Ce travail n'avait pas encore paru lorsque j'ai déposé ma note. Le premier mémoire de M. GREGORY ne renferme que des indications très sommaires (Report on the work of the commission sent out by the Jewish territorial organization under the auspices of the Governor-General of Tripoli to examine the territories proposed for the purpose of a Jewish settlement in Cyrenaïca. London, 1911).

3. ROLLAND. Géol. Sahara, p. 252, fig. 13.

4. SUSS. La face de la Terre, vol. I, p. 464.

5. GREGORY. Contr. geol. of Cyrenaïca, p. 602.

6. PERVINQUIÈRE. Sur la géologie de l'Extrême-Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLIII, 1911, p. 1183.

7. POMEL avait d'abord attribué ce fossile au Sahélien ; c'est PERON qui a fait la rectification.

attribuées à l'Helvétien, à quelques milles à l'Est de Ben Ghazi. Voici ce qu'il en dit : « The rocks . . . are pinkish and white compact limestones, containing fragments of *Scutella* and a thick massive *Clypeaster*. As the camels had already gone some distance ahead, I was unable to collect any complete specimens, though the sketches of some of the fossils indicate that the beds are Miocene. » M. R. B. NEWTON qualifie la gangue d'un des fossiles de « cream-coloured limestone », ce qui est bien l'aspect de mes calcaires à Clypéastres. Parmi les fossiles de ce niveau, décrits par cet auteur, un seul porte un nom certain : *Pecten Ziziniæ* BLANCKENHORN ; or c'est là une espèce du 1^{er} étage méditerranéen. Je suis donc disposé à rapporter au Burdigalien les couches que M. GREGORY classe dans l'Helvétien et à les confondre avec mes calcaires à Clypéastres.

La découverte du Miocène inférieur en Cyrénaïque est donc un fait nouveau, acquis grâce au zèle de M. LEMOIGNE ; il serait désirable que cet aimable correspondant continuât ses recherches, quand les événements le permettront.

Le Miocène existe-t-il dans la Tripolitaine vraie ? C'est possible, quoiqu'on ne puisse l'affirmer. M. HÉGLY m'a remis, en effet, un spécimen de calcaire recueilli au Dj. Mergueb (4 km. S. W. de Khoms). Toute la crête de la colline (173 m.) est occupée par des carrières romaines, d'où ont été extraits les matériaux de construction de Leptis Magna. La roche est un calcaire cristallin, rouge et blanc, riche en *Lithothamnium* et Foraminifères. Parmi ces derniers, M. H. DOUVILLÉ a reconnu *Alveolina melo* FICHTEL et MOLL. Cette espèce est mentionnée par d'ORBIGNY dans le Miocène du bassin de Vienne, mais elle vit encore actuellement, d'après BRADY. Le calcaire des carrières de Leptis Magna peut donc être miocène, mais il peut également être pliocène ; il est peu vraisemblable, d'après sa position, qu'il soit quaternaire.

M. HÉGLY m'a également remis quelques spécimens d'un calcaire gréseux jaunâtre, formant les mamelons que franchit la piste de Khoms à Tripoli, à 5-6 km. de Lebda. Les seuls fossiles déterminables sont des *Pecten* rappelant à la fois *Pecten scabrellus* LAMK. et *P. opercularis* L. ; ils s'éloignent du premier par le plus grand nombre de leurs côtes, et du second par la convexité un peu plus forte des valves. La gangue se rapproche des grès calcarifères pliocènes de Monastir, plus que du calcaire des plages soulevées. M. VINASSA DE REGNY¹ a déjà signalé à Nagasa des calcaires à *Lithothamnium* et à *Pecten opercularis* qu'il

1. VINASSA DE REGNY. Note geologica sulla Tripolitania. *Rendiconti R. Acad. Sc. di Bologna*, 1902, p. 183.

attribue au Pliocène et qu'il distingue des cordons littoraux quaternaires. D'après la carte de MM. DAVIN et HÉGLY, la butte d'où viennent ces derniers fossiles s'élève à 147 mètres; c'est une nouvelle raison pour rattacher ces dépôts au Pliocène plutôt qu'au Quaternaire.

Le trait le plus caractéristique du Dahar Tripolitain est l'existence de volcans, déjà signalés par OVERWEG, BARTH, ERWYN DE BARY, VATONNE et M. DE MATHUISIEULX. M. HÉGLY ne nous en a pas fait connaître de nouveaux, mais il nous a fourni quelques indications intéressantes sur les relations et l'âge relatif des éruptions. Deux catégories de roches sont représentées dans sa collection.

M. LOUIS GENTIL a eu l'obligeance de les examiner. Voici ses conclusions :

La roche formant les pitons sombres du Mantrous est une *phonolite à ægirine*. C'est une roche gris bleuâtre, à cassure cirreuse ou schisteuse, à fluidalité très marquée. Elle est caractérisée par de nombreux feldspaths, de 1 à 9 mm., aplatis sur la face g^1 ; à la loupe, on distingue encore des cristaux de pyroxène dans une pâte compacte. En lame mince, on reconnaît des phénocristaux de sanidine, avec de belles macles de Carlsbad, rarement des macles de Baveno. Les craquelures transversales sont fréquentes. Les contours de ces feldspaths ne sont pas nets. Ceux-ci sont accompagnés de grands cristaux (à bords déchiquetés) d'ægirine, reconnaissable à son pléochroïsme et à son extinction faible, avec allongement négatif. La pâte microlitique est formée des mêmes éléments. La sanidine se présente en micro-lites aplatis, formant des traînées fluidales entre les phénocristaux, tandis que l'ægirine est en fines aiguilles. Le tout est associé à de nombreux cristaux de néphéline, à contours carrés, facilement attaquables par l'acide chlorhydrique. La roche est très cristalline, et le résidu vitreux, peu abondant.

Cette roche est évidemment celle que VATONNE avait qualifiée de diorite. C'est la même roche qui constitue le Tekout (les deux volcans sont à quelques kilomètres l'un de l'autre). Depuis longtemps, G. ROSE, qui avait étudié les échantillons d'OVERWEG, avait reconnu qu'il s'agissait d'une phonolite. C'est ROSENBUSCH qui y a signalé la présence de l'ægirine¹, d'après les spécimens recueillis par ERWYN DE BARY. M. GENTIL a déjà relevé la grande ressemblance de ces phonolites à ægirine avec celles qui ont été recueillies au Sahara (Ouadi Afara, Aoudéras) par M. FOUREAU².

1. ROSENBUSCH. Mikr. Physiographie, vol. II (3^e édition), p. 809.

2. Documents scient. Mission saharienne, p. 708, 717, 726.

Cela montre l'extension, jusqu'à la Méditerranée, de cette province pétrographique africaine, caractérisée par ses roches alcalines, dont nous devons surtout la connaissance à M. LACROIX et à M. GENTIL.

Avec les échantillons de phonolite du Mantrous se trouvait un petit fragment d'une roche très compacte, gris bleuâtre, qu'on peut séparer des autres, même à l'œil nu; elle a presque l'aspect d'un quartzite. C'est une roche très altérée, qui montre, au microscope, une association de quartz et d'amphibole fibreuse, très légèrement pléochroïque (en vert et en jaune) et voisine de l'actinote. Il n'est plus possible de dire ce qu'était cette roche qui a dû être empruntée aux terrains anciens; c'est peut-être un schiste amphibolique.

Comment cette roche se trouvait-elle au Mantrous? Est-ce une enclave arrachée par la lave au soubassement du volcan? La chose n'a rien d'impossible. Est-ce un fragment de schiste ancien amené par une caravane et tombé là par hasard? Cela peut être. Assurément, cette petite pierre aurait fait un long trajet depuis le centre de l'Afrique, mais nous avons des exemples analogues. J'ai un morceau de granite, gros comme la moitié du poing, trouvé dans la région de Tataouine (O. Dahrçen); celui-ci aussi a fait quelques centaines de kilomètres pour le moins¹.

Les échantillons de l'Ouadi Hiran, près de Ksar Gharian, sont tous des scories basaltiques. Ils sont formés d'une roche foncée, grise ou brune, scoriacée, à grosses cavités bulleuses. A la loupe, on voit des cristaux de feldspaths (1 à 2 mm. au plus) dans une pâte sombre. Le microscope montre des cristaux de plagioclases (avec belles macles de Carlsbad et de l'albite, plus rarement de la péricline), appartenant au labrador et à une andésine basique, puis de grands cristaux d'olivine (souvent décomposée en un produit orangé) et des cristaux d'augite grise, avec macle h^1 . Le deuxième temps de consolidation comporte les mêmes éléments, avec un feldspath en général un peu plus basique (andésine basique) et un verre noir, en partie différencié, avec cristallites et grains de magnétite. La cristallisation du plagioclase et du pyroxène du

1. On a dit que ces pierres avaient pu servir à égaliser les deux charges des chameaux, à faire *qued qued*. Cela a pu se produire, mais, dans le cas présent, les échantillons sont trop petits pour avoir joué ce rôle.

Leur présence s'explique par une habitude des caravaniers: quand un sac est trop plein pour être lié commodément, on prend quatre petits cailloux que l'on recouvre avec le bord du sac et qu'on lie. On a ainsi quatre boutons, au pied desquels on pourra attacher solidement la corde destinée à fermer le sac. Cette opération se fait au départ et on ne touche plus aux pierres jusqu'à l'arrivée ou jusqu'au moment où on vide le sac. Les petites pierres peuvent ainsi effectuer aisément la traversée totale du Sahara.

second temps a été simultanée. Il y a tendance à la texture ophitique. Les cavités bulleuses renferment un produit secondaire (calcite). Un échantillon présente un état vitreux de la même roche ; avec les mêmes cristaux du premier temps, on observe une pâte vitreuse renfermant de très fins microlites feldspathiques (andésine), réunis en étoiles, ainsi que de petits cristaux de magnétite et de pyroxène dans un verre non différencié.

Voici maintenant la diagnose d'un bloc de basalte que j'ai recueilli entre Dehibat et El Mekmen :

C'est une roche de couleur gris foncé, compacte, avec de très petites cavités. Elle montre, à l'œil nu, des cristaux de feldspaths (1 à 2 mm. de longueur) dans une pâte noire. En lame mince, on constate des cristaux de labrador et de bytownite (avec macles de Carlsbad et de l'albite), de l'olivine avec décomposition ferrugineuse, du pyronène gris (augite), associés à des cristaux plus petits de labrador, de magnétite et d'augite ; le tout est réuni par de la matière vitreuse interstitielle, chargée de fins cristaux d'oxydure de fer. Les deux temps de consolidation sont peu distincts. Les plagioclases sont parfois moulés par le pyroxène. Il y a tendance à la texture ophitique des dolérites. Les cavités bulleuses sont dépourvues de minéraux de fumerolles.

En somme, cette roche est la même que la précédente, seulement l'échantillon provient de parties plus profondes de la coulée. La forme de ce bloc ne laisse pas de doute sur sa destination : c'est une meule perdue par une caravane. La structure finement vacuolaire de la roche la rend très propre à cet usage. On peut conclure qu'elle vient de Tripolitaine et probablement de la région de Ksar Gharian,

Le Dj. Manterous a déjà été décrit par VATONNE¹, mais la description n'est pas tout à fait exacte. Les croquis de M. HÉGLY montrent qu'il y a, en réalité, quatre pitons et non deux. Trois d'entre eux sont noirs et formés de roches volcaniques, de phonolites, offrant, d'après les croquis, une disjonction en dalles et en colonnes ; le quatrième mamelon est blanc et est constitué par des roches calcaires. Le sommet le plus élevé, de nature volcanique, domine la plaine de 260 mètres ; il supporte le marabout de Sidi bou Mazen, entouré par les ruines d'un village.

Le Dj. Manterous, comme le Dj. Tekout, est situé dans la plaine, au pied de la grande falaise. Les observations ne permettent pas de décider si ces volcans sont postérieurs à la formation de la falaise ou si ce sont simplement des culots, mis à nu par le recul de celle-ci. Cette dernière opinion paraît plus vraisemblable.

1. VATONNE. Mission de Ghadames, p. 220.

Les basaltes se rencontrent dans les oueds du Dahar et sur le plateau. Une observation de M. HÉGLY est intéressante à retenir. D'après lui, un cratère se serait produit dans la vallée de l'Ouadi Hiran, près d'Aïn Salaat (au S.E. de Gharian). Ces épanchements volcaniques seraient donc postérieurs au creusement des vallées. A vrai dire, cette indication ne nous permet pas de fixer exactement l'âge des éruptions, car plusieurs de ces vallées doivent remonter à une époque très ancienne ; nous avons vu que l'émergence définitive de la région avait eu lieu à la fin du Crétacé. Il n'est donc pas surprenant que le basalte repose directement sur le Crétacé. Comme on a décrit des cratères bien conservés, il est probable que les éruptions datent du Quaternaire, comme celles du Sahara, mais nous n'en avons pas encore la preuve. M. HÉGLY estime que les éruptions basaltiques sont plus récentes que les éruptions phonolitiques.

La position de ces volcans au bord de la Hamadat tripolitaine peut paraître surprenante. Il est remarquable que ces volcans s'alignent à peu près sur une ligne oblique par rapport à la côte (sensiblement N.W.-S.E). Or cette ligne passe par Lampédouse, Pantelleria et le haut fond situé à l'Ouest de la Sicile et au N.E. de la Tunisie, là où doit se faire, dans l'hypothèse de M. HAUG, le rebroussement des plissements tunisiens pour passer en Sicile. Ces divers volcans jalonnent donc la bissectrice de cet angle de rebroussement¹. On connaît maint exemple analogue.

Il serait à souhaiter qu'on pût entreprendre une étude systématique de ces divers volcans, qui ne sont encore connus que d'une façon sommaire.

On voit par cet exposé que le Sud Tunisien et la Tripolitaine ne sont que les parties d'un seul tout, d'une même région naturelle. Dans ces conditions, la frontière tracée est entièrement conventionnelle ; il ne pouvait en être autrement.

1. M. HAUG a eu, de son côté, la même idée.

LES SABLES DE ROSIÈRES, PRÈS SAINT-FLORENT (CHER)

PAR **A. de Grossouvre** et **H. G. Stehlin**¹.

PLANCHES IV ET V.

I

STRATIGRAPHIE

PAR **A. de Grossouvre**.

Les usines de Rosières ont exploité, au cours de ces dernières années, un sable argileux qui a fourni un certain nombre d'ossements et de dents : ceux-ci ont été soigneusement recueillis grâce aux recommandations de M. Dupuis, administrateur-délégué de la Société des usines de Rosières, auquel nous adressons ici nos plus vifs remerciements.

L'étude de la faune de Vertébrés trouvés à Rosières, faite par notre savant confrère M. Stehlin, l'a conduit à cette conclusion que ce gisement se place exactement sur l'horizon des sables de Saint-Prest, près Chartres, que M. Stehlin considère comme pleistocène ancien.

Cette donnée, établie sur des documents précis, est importante pour la stratigraphie générale de la région, parce qu'elle permet de fixer d'une manière définitive l'âge de divers dépôts sableux qui avaient été placés tantôt dans le Miocène et tantôt dans le Pliocène.

Le gisement de Rosières est situé dans la vallée du Cher, vers le sommet de son versant occidental, un peu au-dessus de l'usine et au voisinage de la station de la ligne de Saint-Florent à Marçais (Chemins de fer économiques, réseau du Cher).

Il occupe, à la limite des calcaires jurassique et lacustre, une poche en forme d'entonnoir profond, dont l'origine est évidemment due à une dissolution du calcaire, facilitée par la faille qui fait buter en ce point le calcaire lacustre contre le calcaire jurassique.

Cette faille² est à peu près parallèle au cours du Cher, c'est-à-dire dirigée sensiblement Nord-Sud, avec déviation d'environ

1. Note présentée à la séance du 15 janvier 1912.

2. Voir la feuille géologique d'Issoudun.

12° vers l'Ouest. Elle a produit un curieux mouvement de bascule par suite duquel, dans la partie sud, le côté affaissé est à l'Est de la faille, le calcaire lacustre situé dans cette région venant buter à l'Ouest contre le calcaire jurassique, tandis qu'au Nord, vers Saint-Florent, les relations sont inverses et le côté affaissé est à l'Ouest de la faille.

Le calcaire jurassique de cette région appartient à cette puissante assise de calcaires lithographiques qui constitue le sol de la Champagne berrichonne : la vallée du Cher en recoupe les affleurements depuis Venesmes au Sud, jusqu'à Saint-Florent au Nord. A Venesmes, ils reposent sur les calcaires à Spongiaires à *Ammonites bimammatus*¹ et *Am. marantianus* et à Saint-Florent ils sont recouverts par un lit de marne à *Zeilleria Egena* qui sert de base au massif coralligène séquanien. Ils sont excessivement peu fossilifères et à peine peut-on y rencontrer çà et là quelques rares moules de Bivalves. A Rosières, où ils ont été exploités autrefois sur une grande échelle pour fournir la castine des hauts-fourneaux de cette usine, on a pu y recueillir un certain nombre d'échantillons de *Perisphinctes* de grande taille, appartenant pour la plupart à des espèces nouvelles : parmi eux j'ai pu cependant reconnaître une forme identique à l'*Am. Tiziani*, espèce caractéristique du Rauracien : comme on se trouve là non loin du sommet de l'assise, il est permis d'en conclure qu'elle est tout entière d'âge rauracien.

Ces calcaires lithographiques se présentent généralement en bancs peu épais, d'une très grande régularité. Une carrière située au voisinage de la faille, entre la station de Rosières et la poche de sables, les montre hachés par une série de diaclases, parallèles à la faille, presque verticales, très rapprochées les unes des autres et si nettement marquées, qu'elles masquent la stratification et qu'au premier abord, en entrant dans la carrière, on croit voir des bancs relevés verticalement.

Le calcaire lacustre, très dur, est en bancs épais traversés d'ordinaire par de fines vermiculures : on y trouve des noyaux siliceux qui ailleurs sont assez abondants et assez développés pour être exploités comme matériaux d'empierrement. Avec M. Paul Lemoine nous y avons découvert près de Saint-Florent un niveau très fossilifère qui m'a fourni une faune composée d'Hélices et de Lymnées dont je n'ai pas encore fait l'étude : je me bornerai à y signaler la présence de ces corps ovoïdes qui ont intrigué les paléontologistes et dans lesquels on a vu des fruits, des œufs de

1. Ou plutôt *Ammonites bicristatus* RASPAIL 1842, l'autre nom datant seulement de 1858.

Reptiles, des cocons d'Hirudinées, etc.¹. En tout cas comme le calcaire lacustre de Saint-Florent est certainement le prolongement de celui de La Chapelle-Saint-Ursin où j'ai recueilli *Planorbis pseudoammonius* et *Lymnæa longiscata*, il est incontestablement d'âge éocène.

La faille qui fait buter le calcaire jurassique contre le calcaire lacustre a facilité la descente des eaux météoriques et occasionné ainsi l'attaque du calcaire par ces eaux : de la sorte s'est formée par dissolution la poche dans laquelle sont descendus les sédiments supérieurs constitués par le sable argilo-sableux qui la remplit aujourd'hui.

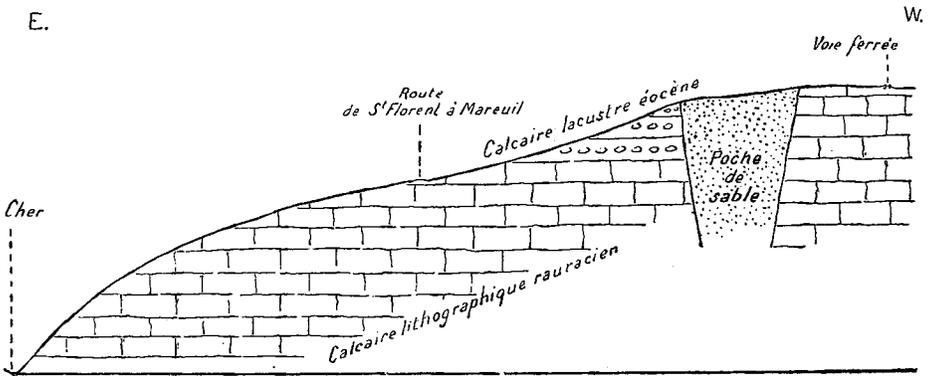


FIG. 1. — COUPE PASSANT PAR L'AXE DE LA POCHÉ DE SABLE A ROSIÈRES.
Longueurs : 1/6000 ; hauteurs : 1/300.

Au niveau du sol la poche a un diamètre d'une quarantaine de mètres : sa bordure est formée à l'Ouest par le calcaire jurassique et à l'Est par le calcaire lacustre : un peu plus bas, en descendant vers la route, on voit celui-ci reposer sur le Jurassique.

Le sable argileux exploité est grossier, à éléments granitiques, quartz, feldspath et paillettes de mica², noyés dans une argile blanc grisâtre. Dans la poche on voit en contact, suivant un plan presque vertical, deux paquets, l'un plus argileux au Nord-Ouest, l'autre plus sec au Sud-Est. C'est dans le premier, à 9 m. et plus profondément encore au-dessous du sol, que l'on a ren-

1. Voir sur cette question : C. GUTZWILLER : Die eocänen Süswasserkalke im Plateaujura bei Basel. 1905. *Mém. Soc. paléont. suisse*.

2. M. P. Termier, qui a bien voulu faire l'examen microscopique de ces paillettes, y a constaté tous les caractères optiques du mica.

contré des ossements et des dents : j'y ai observé des empreintes de Lymnées et de Cyclas.

L'exploitation a été conduite jusqu'à la profondeur d'environ 16 mètres. Sur ma demande, un sondage a été fait à la partie inférieure de la fosse et a été descendu jusqu'à 6 mètres sans cesser de rencontrer un sable argileux, plus grossier que celui de la partie supérieure : on voit donc que le remplissage dépasse 21 mètres de hauteur.

C'est grâce à ce remplissage que nous retrouvons aujourd'hui un lambeau, un témoin des sédiments argilo-sableux qui, autrefois, ont recouvert la surface de la région formée par les calcaires jurassique et lacustre et qui, plus tard, ont été enlevés par une érosion. Seules y ont échappé les parties descendues dans les cavités sous-jacentes creusées par dissolution sur la surface des calcaires mis à nu.

Après cette érosion, sur la surface des calcaires mis à nu se sont déposés de nouveaux sédiments argilo-sableux qui s'étendent en nappes sur les plateaux du Berry. Ces sédiments sont très différents de ceux de la poche; ils sont d'ordinaire à grain plus fin; outre les éléments granitiques, composés presque exclusivement de quartz, ils renferment assez abondamment de petits granules ferrugineux et ils sont empâtés dans une argile ocreuse.

Ils sont certainement quaternaires puisqu'ils sont plus récents que l'horizon de Saint-Prest.

Un dépôt plus récent encore est formé par les alluvions anciennes, caillouteuses, plaquées sur les versants de la vallée, à une altitude qui ne dépasse pas 25 m. au-dessus du niveau actuel du Cher. Ces alluvions, de couleur rougeâtre, sont constituées par des sables grossiers, graveleux, de grain très variable d'un point à un autre: elles renferment de nombreux galets de chailles jurassiques et de roches diverses issues du Plateau Central, principalement de quartz.

La poche de Rosières n'est pas la seule de la région: il y a une trentaine d'années, lorsque les usines du Creusot exploitaient près de Saint-Florent, sur la rive gauche du Cher, le minerai de fer pisolithique situé sous le calcaire lacustre, les galeries rencontrèrent, à une quinzaine de mètres de profondeur, une fente avec remplissage sableux dans lequel on recueillit divers ossements (*Rhinoceros*), une dent de *Sus* et des fragments de défense d'*Elephas*.

Une autre poche de sable argileux, identique à celui de Rosières, se trouve sur le bord de la route de Saint-Florent à Charost, vers le sommet de l'angle aigu formé par cette route et celle de Civray : je n'ai pas connaissance qu'on y ait trouvé des ossements.

Enfin je crois devoir rapporter à la même assise des poches d'argiles sableuses exploitées comme terres à brique aux environs de Châteauroux. Une de ces exploitations est marquée sur la feuille de Châteauroux, au Sud de cette ville, sur les bords de la route de la Châtre. Les exploitations actuelles sont un peu plus au Nord. Toute une série d'excavations provenant d'anciennes carrières se voient au voisinage de la route. Cet ensemble de fosses se coordonne sur une ligne, prolongement d'une faille qui n'est pas marquée sur la feuille géologique de Châteauroux, mais qui ressort nettement du décrochement subi par les affleurements des marnes à Spongiaires oxfordiennes, de part et d'autre de la vallée de l'Indre.

Dans cette région le dépôt argilo-sableux est formé d'un sable plus fin que celui de Rosières : c'est plutôt une glaise finement sableuse, très micacée, de couleur grise, jaunâtre, ocreuse ou même noire. L'exploitant m'a déclaré n'y avoir jamais rencontré d'ossements fossiles, mais la très grande analogie de ces dépôts avec ceux de Rosières conduit à les considérer comme appartenant à la même assise.

Il résulte des faits précédemment exposés que les dépôts de cette région, marqués *p*¹ sur les feuilles de Châteauroux et d'Issoudun, ne sont ni miocènes, ni pliocènes, mais quaternaires puisqu'ils sont postérieurs aux Sables de Rosières lesquels sont du Quaternaire le plus ancien.

II

PALÉONTOLOGIE

PAR **H. G. Stehlin.**

L'examen des ossements de Rosières et de Saint-Florent, que M. A. de Grossouvre a bien voulu me confier, m'a permis de constater la présence dans ces gisements des espèces suivantes :

ELEPHAS sp.

Les gisements de Rosières et de Saint-Florent ont donné quelques fragments de défenses d'Éléphant, qui ne sont pas susceptibles d'une détermination spécifique.

RHINOCEROS sp.

L'extrémité distale endommagée d'un humérus gauche, la moitié proximale d'un radius droit et un fragment de côte, probablement du même individu, de Saint-Florent; un semi-lunaire droit endommagé de Rosières.

Ces documents ne proviennent sûrement pas de *Rhinoceros tichorhinus*, qui a les os longs, le radius notamment, plus massifs. Ils sont sans doute à rapprocher du groupe *Rhinoceros etruscus-Mercki*. La poulie distale de l'humérus a 0,09 de diamètre transversal sur 0,082 de hauteur à son extrémité médiane. Sur deux humérus du *Rh. etruscus* du Val d'Arno, que j'ai à ma disposition, ces chiffres sont de 0,08 : 0,073 et 0,086 : 0,076; sur deux humérus de *Rhinoceros Mercki* du Val di Chiana ils sont de 0,098 : 0,089 et de 0,105 : 0,101. Il paraît difficile, dans ces conditions, de dire si l'animal de St-Florent se rapproche davantage du premier ou du second.

Le *Rhinoceros Mercki* appartient au Pléistocène inférieur et moyen, le *Rh. etruscus* est fréquent dans le Pliocène supérieur, mais certains gisements pléistocènes inférieurs (Mosbach par exemple) contiennent encore un Rhinocéridé de taille analogue qu'on n'a pas pu différencier de l'espèce pliocène.

EQUUS cf. *STENONIS* var. *major* BOULE¹.

Pl. IV, fig. 9.

Les deux dernières dents de lait supérieures droites et un fragment du germe de la deuxième molaire supérieure droite évidemment du même individu. Rosières.

Les dimensions de la surface triturante (cément compris) sont de 0,038 de long sur 0,027 de large pour la D₁ et de 0,035 de long sur 0,027 de large pour la D₂. Par cette taille énorme et par les plissements nombreux de leur émail, ces dents se rapprochent de *Equus Stenonis* race *major* BOULE du Pliocène supérieur (Chagny, Sainzelles) et de l'extrême base du Pléistocène (Solilhac, Taulhiac) ainsi que de *Equus suessenbornensis* WUEST du Pléistocène ancien de Suessenborn (Thuringe), qui ne semble d'ailleurs être que le descendant, un peu plus évolué vers le type *caballus*, de l'*Equus Stenonis major*. Les dents de

1. DELAFOND et DEPÉRET. Terrains tertiaires de la Bresse, 1894, p. 235, pl. XII, fig. 1-3.

M. BOULE. *Bull. Soc. géol. de France*, (3), XXVII, p. 538, fig. 18.

lait de ces deux variétés étant encore inconnues ou inédites, nous ne pouvons pas, par voie de comparaison directe, préciser notre détermination.

Comparées aux dents de lait des variétés moins fortes de l'*Equus Stenonis*, dont j'ai un grand nombre à ma disposition, les dents de Rosières présentent quelques légères particularités progressives. Le pilier moyen (mésostyle) de la paroi externe, il est vrai, ne diffère nullement. Mais le pilier antérieur de la paroi externe (parastyle) a une tendance plus marquée à se dédoubler et, la section du pilier interne, quoique peu dilatée, est plus anguleuse, moins arrondie que dans la plupart des dents qui me servent de termes de comparaison. J'ai cependant devant moi une D_1 du Val d'Arno qui, sous ce dernier rapport, est au moins aussi progressive que celle de Rosières et il en est de même de certaines dents de lait de l'*Equus Stenonis* du Coupet, jadis étudiées par Rutimeyer¹.

Il me semble donc que le grand Cheval de Rosières se tient encore bien près du type *Stenonis* et qu'il peut être inscrit jusqu'à nouvel ordre, sous la désignation de *Equus* cf. *Stenonis* var. *major*. L'*Equus suessenbornensis*, à en juger d'après sa dentition définitive², pourrait facilement avoir des dents de lait un peu plus caballoïdes.

Sus sp.

Pl. IV, fig. 8.

Un germe de dernière molaire supérieure droite. St-Florent.

Cette dent très plissée, comme les germes le sont généralement chez les Suidés néogènes, a 0,025 de largeur au lobe antérieur sur 0,041 de longueur. Elle est large par rapport à la dent correspondante du Sanglier récent et s'accorde, comme dimensions et proportions, avec ses homologues dans le *Sus scrofa priscus* M. DE SERRES du Quaternaire ancien et dans le *Sus Strozzi* MENEGLI. du Pliocène supérieur italien. En l'absence d'un caractère permettant de distinguer, d'après les dernières molaires, ces deux types, pourtant si nettement différenciés dans la structure de leurs canines inférieures masculines, il m'est impossible de préciser la détermination.

Il est à remarquer que le *Sus Strozzi*, assez répandu dans les gisements pliocènes supérieurs de l'Italie, n'a pas été observé, jusqu'ici, au Nord des Alpes. Dans le Pliocène de Perrier (ravin des Étouaires), grosso modo contemporain de celui du Val d'Arno, il est remplacé par une espèce très différente, le petit *Sus arvernensis* CROIZET; les autres gisements du Pliocène supérieur français, autant que je sache, n'ont pas donné la moindre trace du genre *Sus*.

1. L. RUTIMEYER. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde. *Verh. d. naturf. Ges. in Basel*, 1863, pl. 1, fig. 12.

2. E. WUBST. Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens. *Abh. d. naturf. Ges. zu Halle*, 1901, p. 287, pl. VI, fig. 9, etc.

Bos sp.

Le germe d'une M_1 supérieure gauche ; les D_1 - D_2 supérieures gauches un peu endommagées et passablement usées ; un scaphoïde droit ; un calcaneum droit. Rosières.

Les dimensions du scaphoïde et du calcaneum, la largeur et la longueur de la molaire et des dents de lait sont celles des forts individus du *Bos etruscus* du Pliocène supérieur du Val d'Arno, dont j'ai de larges matériaux à ma disposition. Ces documents ne se rapportent donc sûrement pas au *Bison priscus* ni au *Bos primigenius* quaternaires. Mais les dents de Rosières sont plus hautes que celles du *Bos etruscus* type. Ainsi le rapport entre la hauteur et la largeur maxima de la paroi externe du germe de la première molaire est de 1,5 pour l'animal de Rosières tandis qu'elle n'est que de 1,3-1,35 pour celui du Val d'Arno ; le rapport entre la hauteur et la longueur de la paroi externe (prise à la surface triturante) est de 0,92 pour la D_1 de Rosières, tandis qu'il n'est que de 0,64 pour une D_1 , d'usure égale, provenant du Val d'Arno. Pour les D_2 ce même rapport est de 0,87 et de 0,57. Cette différence n'est peut-être pas indifférente, elle semble indiquer pour le Bovidé de Rosières un âge un peu plus récent que le Pliocène supérieur.

On a signalé des dents de Bœuf, trop petites pour être rapportées aux grands Bovidés quaternaires, de différents gisements de la phase de transition entre le Pliocène et le Pléistocène et du Pléistocène ancien, de Suessenborn par exemple.

CERVUS (MEGACEROS) DUPUISI n. sp.

Pl. V, fig. 10-11.

Une mandibule gauche très bien conservée, à laquelle il ne manque qu'une partie de l'angle mandibulaire, l'extrémité du processus coronoïdeus, la moitié antérieure de p_3 et les incisives (pl. V, fig. 10-11). Une autre mandibule gauche, beaucoup moins complète, avec m_3 et m_2 - p_3 endommagées. Un fragment d'une troisième mandibule gauche avec m_3 , m_1 , p_1 fort endommagées. Plusieurs fragments de bois, dont deux bases de perches. Une petite partie d'un squelette, comprenant : une vertèbre dorsale, des fragments des vertèbres lombaires I-III, les vertèbres lombaires IV-V et la première sacrale un peu endommagées, les deux moitiés du bassin, assez complètes dans leur partie iliaque, moins dans leur partie postérieure. Deux vertèbres dorsales incomplètes d'un autre individu. Un fragment de canon postérieur. Un pyramidal gauche. Une deuxième phalange et l'extrémité proximale d'une autre. Rosières.

Les trois mandibules ont absolument la même taille. Elles se placent, comme dimensions, à la limite du Cerf élaphe ordinaire et du Wapiti, c'est dire qu'elles ne sont pas des plus fortes. Néanmoins, par leurs caractères morphologiques, elles se rapprochent singulièrement du groupe *Megaceros*.

Le meilleur moyen de distinguer les mandibules du *Megaceros* de celles des Cerfs elaphoïdes de taille analogue, si fréquents dans nos couches pléistocènes, nous est fourni, non pas par la dentition, mais par la section de la branche horizontale de l'os mandibulaire¹. Chez les *Megaceros* la branche horizontale est épaisse, basse, arrondie; chez les Elaphoïdes elle est aplatie en sens transversal, amincie vers son bord inférieur et relativement plus haute. Les croquis que je donne dans la figure ci-contre (fig. 1) montrent que le Cervidé de Rosières, sous ce rapport important, se range aussi nettement que possible du côté des *Megaceros*.

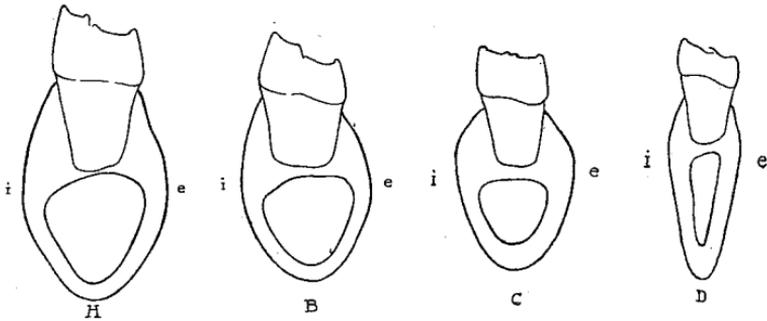


FIG. 1. — COUPES TRANSVERSALES DE LA MANDIBULE
PRISE AU NIVEAU DU LOBE POSTÉRIEUR DE M_2 . — Échelle : 1/2.

A, *Cervus megaceros* HART., d'Irlande; B, *Cervus megaceros* HART., du Val di Chiana; C, Cervidé de Rosières; D, *Cervus elaphus* L., var. du Val di Chiana. — i, côté interne; e, côté externe.

(A et B, d'après HARLÉ et STEHLIN, *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 43).

Les *Megaceros* se distinguent en outre, quoique beaucoup moins nettement, des Elaphoïdes par l'indice qu'on obtient en divisant l'étendue de la série des molaires et prémolaires par celle de la barre entre ces dernières et les incisives. Chez les *Megaceros* ce chiffre est plus grand, c'est-à-dire ils ont la barre relativement moins étendue. Pour le Cervidé de Rosières cet indice est de 1,52 tandis que je l'ai trouvé de 1,82-1,47 pour les *Megaceros* et de 1,26-1,41 pour les Elaphoïdes, qui me servent de termes de comparaison. A cet égard encore le Cerf de Rosières est plus *Megaceros* qu'Elaphoïde.

De même dans tous les petits détails du modelé la mandibule de Rosières est absolument pareille à celle des *Megaceros*. Je ne lui ai pu trouver qu'une seule petite différence : le bord antérieur de la branche montante est un peu plus vertical. C'est un trait archaïque qui peut se rencontrer dans un groupe comme dans l'autre.

1. Voir : HARLÉ et STEHLIN. *Bull. Soc. géol. de France*, (4), IX, 1909, p. 42.

Mais avec tout cela le Cervidé de Rosières est sensiblement plus petit que la race primitive de *Megaceros* des couches à *Elephas antiquus* du Val di Chiana, qui à son tour n'atteint pas les dimensions gigantesques du *Megaceros* typique de l'Irlande. On en jugera par les chiffres suivants :

	m_3-p_3	m_3-p_2	m_3-m_1
Val di Chiana...	0,146-0,162	0,1315-0,145	0,092-0,102
Rosières.....	Ca 0,132	0,115	0,082
Irlande.....	0,1645	0,1485	0,105

La dentition fait une impression massive, ce qui tient surtout à ce que l'émail est un peu plus épais qu'on ne l'observe d'habitude chez les Cerfs de taille analogue. Les prémolaires présentent deux traits intéressants à noter. La première, à en juger d'après la position de la racine antérieure, n'était pas beaucoup plus courte que la deuxième, elle était certainement moins réduite que dans les mandibules des *Megaceros* que j'ai devant moi. Ce rapport entre les deux prémolaires antérieures est sujet à une assez forte variabilité, mais d'une façon générale les variétés primitives ont une p_3 mieux développée que les variétés évoluées. L'autre particularité a une signification analogue. La colline interne de la dernière prémolaire (p_1) est arrondie, comme chez les Cervidés anciens, au lieu d'être étirée en forme de paroi comme elle l'est ordinairement chez les grands *Megaceros* et chez les Elaphoïdes actuels. Je n'insisterais pas sur ce détail, qui peut être individuel, si je ne le retrouvais pas identiquement sur tous les trois documents de Rosières. Les molaires sont, par rapport à leur longueur, un peu moins larges à la base de la couronne que dans les grands *Megaceros* et les croissants externes sont, par conséquent, un peu moins inclinés vers les collines internes, ce qui les rapproche des Elaphoïdes. Mais l'élargissement des couronnes caractéristique des grands *Megaceros* étant sans doute un caractère différentiel, on ne doit pas s'attendre à le retrouver nécessairement chez les représentants les plus primitifs du groupe. Je ne pense donc pas que cette différence ait une signification systématique décisive. Les croissants externes sont d'ailleurs plus régulièrement arqués que dans toutes les espèces pléistocènes et pliocènes, dont j'ai des échantillons à ma disposition.

En comparant les divers ossements à un squelette de Wapiti mâle récent j'ai été frappé de voir que leurs dimensions s'en rapprochent bien plus étroitement que celles des mandibules. Je me suis même demandé s'il y a lieu d'admettre la présence de deux Cervidés différents. Mais en définitive il me paraît peu probable que de deux espèces différentes l'une n'ait laissé que des mandibules, l'autre que des os du tronc et des extrémités; et la différence n'est pas telle d'exclure, d'une façon absolue, l'identité spécifique. On peut supposer que les mandibules appartiennent à des individus moins forts que les ossements, peut-être à des Biches. Mais je suis plus disposé à penser que le Cervidé de Rosières était une espèce pourvue d'un squelette particuliè-

rement massif et le fait, que certaines parties du bassin sont un peu plus épaisses que chez les Wapiti, qui me sert de terme de comparaison, me confirme dans cette idée. Malheureusement nos gisements n'ont donné aucun os long entier, qui permettrait de juger de la longueur des jambes.

Les fragments de bois recueillis à Rosières sont très réduits. L'un d'eux, provenant de la partie moyenne d'un merrain, est aplati; mais cet aplatissement n'est pas plus accentué que celui qu'on observe, à proximité des bifurcations, dans certains Cerfs élaphoïdes. Une base de perche de 15 cm. de long environ, rappelle plutôt ces derniers que les *Megaceros*. Le maître-andouiller n'est pas conservé. Mais la surface de fracture prouve qu'il était plus fort, moins étroitement contigu à la meule et de direction plus verticale que celui de deux bois du *Megaceros* italien, que j'ai à ma disposition. Deux concavités, à gauche et à droite de la racine du maître-andouiller, accentuent encore l'allure élaphoïde de cette partie.

Ces fragments de bois ont des dimensions analogues à celles d'un bois de Wapiti adulte. Nous en avons encore quelques autres, plus réduits, qui ne donnent lieu à aucune observation utile.

Les caractères du bois ne sont pas inconciliables avec les conclusions, que nous avons cru pouvoir dégager de l'étude des mandibules. Le bois palmé des grands *Megaceros* est sans doute dérivé d'un bois non palmé et pourvu d'un maître-andouiller semblable à celui des Elaphoïdes. Les bois de jeunes *Megaceros* d'Irlande, figurés par Owen¹, sont très suggestifs à cet égard. Il se peut donc très bien qu'un *Megaceros* très primitif ait un bois encore plus élaphoïde que mégacéroïde.

Somme toute, jusqu'à nouvel ordre, ayant plus de confiance dans le témoignage de la mandibule que dans celui des molaires et des fragments de bois, j'incline à voir dans le Cervidé de Rosières un membre primitif du groupe des *Megaceros*, qui se distingue de la variété du Val di Chiana, 1° par sa taille considérablement moindre, 2° par ses molaires inférieures moins épaisses, 3° par sa première prémolaire inférieure moins réduite, 4° par le cône interne arrondi de sa dernière prémolaire inférieure, 5° par son bois encore assez élaphoïde.

Les indications bibliographiques relatives à des Cervidés, par leur taille et par la forme de leur mandibule comparables à celui de Rosières, ne sont pas nombreuses. Je n'en ai trouvé que dans le remarquable mémoire de M. Wuest sur le Pléistocène ancien de la Thuringe (*l. c.*). Dans ses planches VIII et IX cet auteur figure, du gisement de Suessenborn et sous la désignation provisoire de « *Cervus* sp. », quelques restes d'une espèce qui est sans doute très voisine de la nôtre, savoir : un fragment de mandibule supportant les m_3-p_2 (pl. VIII, fig. 1), une autre rangée de m_3-p_2 inférieures dégagée de l'os mandibulaire (pl. VIII, fig. 2), une rangée de m_3-p_3 supérieures (pl. IX, fig. 1) provenant du même individu que cette dernière. Les originaux de ces

1. R. OWEN. A History of British fossil Mammals and Birds, 1846, p. 456.

figures ainsi que divers autres documents de Suessenborn sont actuellement réunis dans les mains de M. Soergel à Fribourg-en-Brisgau, qui prépare une révision des Cervidés du Pléistocène ancien de l'Allemagne. Je remercie M. Soergel de la complaisance avec laquelle il m'a permis de les examiner.

La mandibule de Suessenborn (fig. 1, pl. VIII) du mémoire de M. Wuest ressemble d'une manière frappante à celle de Rosières représentée dans nos figures 10 et 11 (pl. V), tant comme forme de l'os mandibulaire, que comme structure des molaires et prémolaires. Mais elle est plus forte; ses dimensions, comme celles de la plupart des autres échantillons de Suessenborn, sont intermédiaires entre la forme de Rosières et celle de Val di Chiana, les m_3-p_2 mesurant 0,129. Les p_4 inférieures de Suessenborn présentent des variations intéressantes. Tandis que dans l'échantillon dont nous venons de parler le cône interne de cette dent est arrondi comme dans ceux de Rosières, il se comporte d'une façon plus progressive dans plusieurs autres échantillons et dans celui de la figure 2, planche VIII, du mémoire de M. Wuest il affecte tout à fait la forme étirée en paroi, caractéristique des grands *Megaceros* et des Elaphoïdes récents.

Parmi les dents de Suessenborn, que M. Soergel a bien voulu me montrer, il y a quelques molaires inférieures qui se rapprochent encore davantage que les précédentes de la variété de Val di Chiana, tant par la taille que par l'élargissement de la base de la couronne. Je n'ose pas trancher la question de savoir si ces dents appartiennent simplement à des individus plus progressifs de la même variété, qui a laissé les mandibules ou si elles indiquent une autre variété plus évoluée, provenant peut-être d'une couche supérieure des graviers de Suessenborn. Mais je ne crois pas me tromper en les rapportant à un animal étroitement lié à celui qui a donné les autres documents.

Les fragments de bois recueillis à Suessenborn et rapportables, d'après leurs dimensions, au Cervidé en question, présenteraient, selon M. Wuest (p. 311), des caractères élaphoïdes. Mais ceux que j'ai vu dans le cabinet de M. Soergel se distinguent du type Elaphe par une tendance mégacéroïde très nette dans la conformation du maître-andouiller et de la partie basale du merrain et M. Soergel m'assure que ces tendances se répètent sur d'autres échantillons, conservés dans les collections du musée de Weimar. Sous ce rapport encore la mutation de Suessenborn serait donc un peu plus évoluée dans la direction des grands *Megaceros* que celle de Rosières.

Dans le même mémoire M. Wuest signale une mandibule tout à fait pareille à celles de Suessenborn et trouvée dans les sables de Mosbach, près de Biebrich-sur-Rhin, qui appartiennent également au Pléistocène ancien. Je n'ai pas vu ce document, mais M. Soergel m'a montré du même gisement un maxillaire avec m_1-p_3 et quelques dents isolées, qui pourraient bien se rapporter à cette variété.

Grâce à une obligeante communication de M. Grandjean ¹, professeur de paléontologie à l'École nationale des Mines, j'ai pu constater enfin que ce type de Cervidé se retrouve dans les célèbres sables de Saint-Prest près de Chartres. L'École des Mines possède, en effet, de cette provenance, un fragment de mandibule droite pourvu de m_1-p_3 , qui, comme taille et comme structure, s'accorde parfaitement avec les échantillons de Suessenborn. La branche horizontale de l'os mandibulaire n'y est conservée, il est vrai, que dans sa partie supérieure ; mais on voit clairement qu'elle avait la section épaisse et arrondie des *Megaceros*. Le cône interne de la dernière prémolaire présente la forme primitive, qu'on observe dans les mandibules de Rosières.

Ce fragment faisait partie des matériaux de l'ancienne collection Boisville, pour lesquels Laugel ² a proposé le nom de *Cervus carnutorum* ; il est sans doute l'un des trois maxillaires inférieurs droits, que cet auteur cite sous le numéro 2 (*l. c.*, p. 711). Mais les matériaux ayant servi de base au *C. carnutorum* se répartissent entre trois Cervidés différents. Un autre fragment de mandibule, qui m'a également été communiqué par M. Grandjean, diffère sensiblement de celui dont nous venons de parler et doit être rapporté, d'après sa section, à une forte variété du groupe *Elaphus* ; c'est celui cité par Laugel sous le numéro 1. La molaire supérieure enfin, représentée par cet auteur dans sa figure 1 (p. 712), présente nettement les caractères du genre *Alces*, comme cela a été constaté par Lartet ³, il y a longtemps. Le nom de *Cervus carnutorum* LAUGEL ne saurait donc être appliqué au groupe de Cervidés dont nous nous occupons. Il doit rester attaché à l'échantillon figuré et passe dans la synonymie du genre *Alces*, probablement de l'espèce *Alces latifrons* DAWKINS.

A mon grand regret je n'ai pas eu l'occasion d'étudier les nombreux ossements et fragments de bois de Cervidés du gisement de Saint-Prest, conservés dans les collections de l'École des Mines, du Musée de Chartres et du Musée Luynes au château de Dampierre. Ils permettraient probablement de compléter le signalement de ces Mégacéroïdes primitifs.

Les sables de Solilhac dans le Velay, qui datent sensiblement de la même époque que les gisements précités, n'ont pas donné, autant que je me rappelle, des mandibules du type de Rosières. Mais le musée du Puy possède, de cette provenance, une superbe perche palmée, de forme très spéciale, qui paraît bien appartenir à quelque variété du groupe *Megaceros* ⁴. Elle rappelle le Cervidé de Rosières par la forme simple et par conséquent plus ou moins élaphoïde de son maître-andouiller, mais ses dimensions semblent indiquer un animal plus fort.

1. Je prie M. Grandjean d'agréer mes plus vifs remerciements.

2. A. LAUGEL. La faune de Saint-Prest, près Chartres. *Bull. Soc. géol. de France*, (2), XIX, 1862, p. 711-713.

3. P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie générales, I, 1867-1869, p. 80.

4. Ce document intéressant, mais peu connu jusqu'ici, a été décrit par Moulade, sous la désignation de *Cervus Dama priscus*, dans une notice, que je n'ai pas pu me procurer : *Mémoires de la Société agricole et scientifique de la Haute-Loire*, IV, 1887 (*teste* BOULE).

Les gisements pléistocènes anciens de Suessenborn, de Mosbach, de Saint-Prest ayant donné des restes d'un Cervidé semblable à celui de Rosières, mais un peu plus fort et un peu plus évolué dans la direction des grands *Megaceros*, il paraît probable que celui-ci lui-même date de l'extrême base du Pléistocène. Il se peut bien qu'il soit identique à quelque espèce du Forest Bed anglais ; mais les nombreux Cervidés de cette formation — *C. Dawkinsi*, *C. Savini*, *C. Browni*, *C. verticornis* — n'ont été caractérisés que d'après leur bois et dans ces conditions il m'est impossible de trancher la question. Je ne pense pas toutefois qu'il doive être rapporté au *Cervus Dawkinsi* NEWTON¹, qui a été rapproché du groupe *Megaceros* ; car les bases de merrain de cette espèce, figurées dans les belles planches de Boyd Dawkins, ne s'accordent pas bien avec celles de Rosières. J'estime d'ailleurs avec Boyd Dawkins, que les relations du *C. Dawkinsi* avec les *Megaceros* sont moins intimes que quelques auteurs ne l'ont admis².

Ainsi, pour le moment, je ne trouve pas de nom dans la bibliographie sous lequel nous pourrions désigner ces Cerfs à mandibules mégacéroïdes, mais de taille relativement faible. Comme il est utile cependant de les isoler, je propose d'appeler la variété de Rosières « *Cervus Dupuisi* » en l'honneur de M. Dupuis, administrateur-délégué des mines de Rosières, à l'intervention duquel nous devons les fouilles qui ont amené la découverte de cette faunule intéressante. La variété de Suessenborn-Mosbach-Saint-Prest peut être classée, jusqu'à nouvel ordre, comme *Cervus* cf. *Dupuisi*.

Des recherches ultérieures nous apprendront si le groupe de *C. Dupuisi* est réellement la souche ancestrale des grands *Megaceros*, comme je suis porté à le croire. Mais dès maintenant je me crois autorisé à admettre qu'il a plus de rapport avec ces derniers qu'avec les autres Cervidés connus.

GRAND CANIDÉ (*CUON* sp.?)

Pl. IV, fig. 1-4 ; pl. V, fig. 12.

Les parties suivantes de la dentition du même individu : p_1 (carnassière) supérieure gauche (pl. IV, fig. 3) ; p_4 supérieure droite ; canine supérieure gauche ; m_2 inférieure droite (pl. IV, fig. 4) ; deux fragments

1. B. DAWKINS. The British Pleistocene Mammalia, VI, 1887, pl. II.

2. Je fais la même réserve au sujet des bois signalés sous le nom de *Cervus Belgrandi* LARTET, qui paraissent d'ailleurs être plus récents que le niveau de Saint-Prest. Quant aux deux documents, figurés par Cuvier sous la désignation de « bois assez semblables à ceux du Daim, mais d'une très grande taille » et dénommés plus tard par Desmoulins : *Cervus somonensis* ; celui de la figure 11, pl. VIII des Recherches, de provenance incertaine (Cannstadt?) et conservé au Naturalien-cabinet de Stuttgart — se rapporte selon M. Dietrich (*Jahreshefte der Vereins für Naturkunde in Württemberg*, 1909, p. 147-148) à la variété de *Megaceros* fréquente dans le Pléistocène moyen d'Allemagne. L'autre, d'Abbeville (Cuvier, pl. IV, fig. 19) — à en juger d'après la figure — me paraît être susceptible d'interprétations diverses. Tous les deux d'ailleurs semblent également être plus récents que le niveau de Saint-Prest.

contigus du bord supérieur de la mandibule gauche supportant m_1 (carnassière) - p_1 (pl. IV, fig. 1-2) les alvéoles de p_2 - p_3 et la racine de p_4 ; canine inférieure droite. En outre, plusieurs fragments de l'os mandibulaire et deux du crâne, comprenant l'un le basioccipital droit avec le condyle, l'autre une partie du temporal, du mastoïde et du tympanique gauches. La poulie distale et un fragment de diaphyse de l'humérus gauche. Un fragment proximal de la diaphyse du tibia gauche et un fragment distal de la diaphyse du tibia droit (pl. V, fig. 12). Enfin deux vertèbres lombaires endommagées (III et IV ou IV et V). Rosières.

Ce Canidé a les dimensions d'un fort Loup quaternaire : longueur de la carnassière inférieure 0,030, de la p_1 inférieure 0,018 ; largeur de la poulie de l'humérus prise à son bord antéro-supérieur 0,0345. Mais la structure de la dentition est ambiguë et fort embarrassante. La carnassière inférieure présente nettement les caractères distinctifs du genre *Cuon*. Grâce à une obligeante communication de M. Harlé¹, j'ai pu la comparer à deux carnassières du *Cuon Bourreti* HARLÉ de Malarnaud et à une autre de *Cuon* sp. de Montsaunès. Il y a identité, sauf pour la taille qui est beaucoup plus forte chez l'animal de Rosières. Le talon est un peu rétréci et au lieu d'être bicuspidé, comme chez les Loups, ne supporte qu'un seul cône, presque central² et entouré du côté interne par un bourrelet vague et émoussé. A en juger d'après la carnassière inférieure le Canidé de Rosières serait donc un *Cuon*.

Une autre particularité semble confirmer ce rapprochement. La m_2 inférieure ne présente aucune usure de contact sur son bord postérieur, de sorte qu'on est tenté d'admettre que la m_2 faisait défaut, comme dans les *Cuon*. Mais cet indice n'est pas tout à fait certain. La petite m_3 des Loups touche parfois si faiblement à sa voisine antérieure qu'elle ne produit pas d'usure sur elle. De plus, on sait depuis longtemps que cette petite dent peut faire défaut, par exception, chez le *Canis lupus* lui-même. J'ai pu vérifier ce fait sur un crâne du Musée de Bâle.

D'autre part, les caractères morphologiques de la m_2 inférieure sont peu favorables à un rapprochement du Carnassier de Rosières avec les *Cuon*. Chez ces derniers la m_2 est plus réduite que chez les *Canis* proprement dits. La couronne ne présente qu'un seul cône bien distinct, l'antéroexterne ; les autres sont effacés ou très rétrécis. Les deux racines ont une tendance marquée à se fondre en une seule ; ce n'est que chez certains individus du *Cuon alpinus* récent³ et du *Cuon Bourreti*⁴ pléistocène, qu'on les a observées indépendantes. La m_2 de Rosières, au contraire, est bien développée, relativement plus forte même que celles

1. Je prie M. Ed. Harlé d'agréer mes remerciements.

2. Notre figure représente la dent un peu inclinée du côté externe, de sorte que la position de la pointe du talon paraît moins centrale qu'elle ne l'est en réalité.

3. Gracieuse communication de M. Studer, dont je le remercie.

4. Ed. HARLÉ. Note sur des mandibules d'un Canidé du genre *Cuon* ; *L'Anthropologie*, 1891, p. 137.

des Loups récents que j'ai pu examiner. Elle a 0,013 de longueur sur 0,0095 de largeur au lobe antérieur. La couronne présente, outre le cône principal, un cône antérointerne faible, mais net et un cône postéroexterne bas, mais bien distinct. Les racines sont absolument indépendantes l'une de l'autre et même écartées. La seule différence par rapport à la m_2 normale du Loup consiste en ce que le cône antérointerne, au lieu d'atteindre la hauteur du cône antéroexterne (ou à peu près), est sensiblement plus bas que celui-ci. Mais dans son ensemble cette dent fait bien plus l'impression *Canis* que l'impression *Cuon*.

La carnassière supérieure, les autres prémolaires et les canines ne présentent pas de caractères permettant de différencier le genre *Cuon* du genre *Canis*. Celles de Rosières sont absolument pareilles à leurs homologues chez le Loup. La dernière prémolaire inférieure n'est pas pourvue de la pointe antérieure accessoire, spéciale de l'une des espèces fossiles du genre *Cuon*, le *C. europeus* BOURG.

Les fragments d'humérus et de tibia ressemblent aux parties correspondantes d'un fort Loup. Au fragment distal de la diaphyse du tibia droit (pl. V, fig. 13) adhère — complètement soudé — un fragment du péroné de 13 mm. de long. M. le professeur Studer, très versé dans l'ostéologie des Canidés, m'a appris que cette soudure s'observe quelquefois dans de vieux sujets du genre *Canis* et que l'on peut en constater un commencement sur un squelette de *Cuon alpinus* du Musée de Berne. Cette particularité du Chien de Rosières est donc simplement individuelle et sans aucune signification générique.

Comment faut-il classer ce Canidé ? Est-ce un individu aberrant du *Canis lupus* ? Est-ce une espèce nouvelle du genre *Cuon*, qui diffère des *Cuon* connus par sa taille plus forte et par la m_2 inférieure mieux développée ? Pour le moment je n'ose pas l'inscrire sous une désignation plus précise que celle de « Canidé (*Cuon* sp. ?) ».

Cette espèce ne nous fournit aucune indication stratigraphique précise.

FÉLIDÉ (? *CYNAILURUS* sp.)

Pl. IV, fig. 5-7; pl. V, fig. 13.

La poulie distale d'un humérus droit; le calcanéum, l'astragale et le troisième métatarsien droits; le calcanéum, le quatrième métatarsien et la première phalange du second doigt postérieur gauches. Un calcanéum droit, endommagé et roulé, beaucoup plus petit que les précédents, mais manifestement de jeune âge, me paraît pouvoir être rapporté à la même espèce. Rosières.

Il est utile de noter que les ossements adultes ont bien l'air de provenir d'un seul et même individu. Les fossiles de Rosières diffèrent entre eux, comme consistance et comme couleur, selon les points où ils ont été recueillis. Mais ceux de *Felis* adulte sont tous d'une teinte brune claire uniforme et très solides, ce qui semble prouver qu'ils ont été recueillis ensemble.

J'ai comparé ces documents aux parties correspondantes de trois Félidés récents de taille analogue : la Panthère (*Felis pardus* L., individu faible ayant vécu en captivité), le Lynx (*Lynx Lynx* L., grand individu de Suède), le Guépard (*Cynailurus jubatus* ERXL.).

Le troisième métatarsien (pl. IV, fig. 7) a 0,092 de long, mesuré au milieu de sa face antérieure. Il est un peu plus long que celui de la Panthère (0,085) ; sensiblement plus court que celui du Lynx (0,103) et sa diaphyse est plus large que chez l'une et l'autre. De plus il diffère de ces deux formes par les particularités suivantes : la surface d'articulation pour le grand cunéiforme est moins inclinée du côté du deuxième métatarsien ; l'angle antéro-supérieur externe, en dessus de la fossette pour le quatrième métatarsien, est moins proéminent, comme s'il eût été tronqué artificiellement. Or ces deux particularités se retrouvent chez le troisième métatarsien du Guépard, qui, de plus, a presque la même longueur que celui de Rosières (0,095). Il n'y a cependant pas identité parfaite. La diaphyse est sensiblement plus mince dans l'échantillon récent que dans l'échantillon fossile ; la largeur minima, un peu en dessus de l'extrémité distale, est de 0,0885 au lieu de 0,0115.

Le quatrième métatarsien (pl. IV, fig. 6) a 0,0935 de long. Il est plus long que celui de la Panthère (0,084), plus court que celui du Lynx (0,103) et la diaphyse est plus élargie, à section moins arrondie dans la partie distale. Dans la moitié proximale la diaphyse de cet os présente des caractères très spéciaux. La face qui touche au cinquième métatarsien est aplatie et séparée de la face antérieure par une arête bien prononcée. Une autre arête moins tranchante, mais beaucoup plus proéminente, sépare la face antérieure de celle qui touche au troisième métatarsien ; elle passe, vers l'extrémité proximale sur le devant de l'os, de sorte que la surface articulaire de la saillie, qui entre dans la fossette du troisième métatarsien, est tournée en avant (pl. IV, fig. 6). On dirait que la partie supérieure de l'os a subi une torsion. Dans le quatrième métatarsien de la Panthère on remarque tout au plus une trace superficielle de ces particularités ; on les retrouve, mais à un faible degré, dans celui du Lynx ; elles sont bien développées dans celui du Guépard, qui du reste a presque la même longueur (0,0945) que l'os fossile. L'analogie avec le Guépard s'étend sur une forte rugosité dans la partie proximale de la face postérieure de la diaphyse, qui est moins marquée chez le Lynx, insignifiante chez la Panthère. La partie inférieure de la diaphyse est un peu plus large chez le fossile que chez le Guépard, mais la différence est moindre que pour le troisième métacarpien. Enfin l'os fossile est un peu plus courbé que ses homologues dans les trois espèces récentes.

La première phalange du deuxième orteil (pl. V, fig. 13) est plus longue que celle de la Panthère, plus courte que celle du Lynx et ne diffère que légèrement de celle du Guépard.

A en juger d'après ces trois os on serait donc porté à voir dans le Félide de Rosières un *Cynailurus* à extrémités un peu plus massives que le Guépard actuel. Mais les caractères des os tarsiens et de l'humérus paraissent moins favorables à cette appréciation.

Le calcanéum fossile n'est que légèrement plus court que celui du Guépard, mais beaucoup plus massif dans toutes ses parties. Ainsi la partie tuberculaire est arrondie sur son bord antérieur au lieu d'être tranchante, son bord postérieur est presque deux fois plus large, son extrémité également plus élargie. Le sustentaculum est plus proéminent, très différemment sculpté et la surface astragaliennne porte a son grand diamètre en sens transversal au lieu de l'avoir en sens vertical. Sur le bord latéral de l'extrémité distale on remarque une forte proéminence qui fait complètement défaut chez le Guépard. Le calcanéum de *Lynx* s'éloigne moins de celui de Rosières, mais il est, lui aussi, encore sensiblement plus grêle. Pour cet os c'est décidément la Panthère qui nous fournit le terme de comparaison le plus rapproché.

L'examen de l'astragale nous conduit à un résultat plus ou moins analogue. Les dimensions transversales sont relativement plus fortes que dans le Guépard ; il est intermédiaire sous ce rapport entre le *Lynx* et la Panthère.

De l'humérus je n'ai malheureusement que l'extrémité distale. Elle est beaucoup plus large que celle du Guépard, l'épicondyle ulnaire plus saillant : largeur entre les épicondyles 0,0425 au lieu de 0,0345 chez le Guépard, largeur maxima de la poulie articulaire 0,028 au lieu de 0,024. Pour cette partie, comme pour l'astragale, le *Felis* fossile me semble se ranger exactement entre le *Lynx* et la Panthère.

Des trois Félidés récents, dont nous venons de parler, la Panthère, représentant des Félidés proprement dits, est sans doute celui qui, dans la structure de ses extrémités, se rapproche le plus du type primitif du groupe. Les caractères distinctifs des genres *Lynx* et *Cynailurus* sont des spécialisations.

En me plaçant à ce point de vue, je me crois autorisé à conclure que le Félidé de Rosières n'est pas un *Felis* proprement dit, mais qu'il appartient soit au genre *Lynx*, soit au genre *Cynailurus*. Je n'ose pas, pour le moment, préciser davantage, parce que, à mon grand regret, je n'ai pas eu l'occasion d'étendre mes comparaisons sur les divers représentants asiatiques du genre *Lynx*¹ ; mais je penche plutôt pour la seconde de ces possibilités et j'inscris l'animal de Rosières sous la désignation provisoire de « Félidé (*Cynailurus* sp. ?) ».

GRAND CARNASSIER

Une incisive à couronne très endommagée, qui d'après la forme de sa racine me semble être une troisième inférieure, indique un Carnassier plus fort que le Loup. Je n'ai pas réussi à identifier le genre. Rosières.

1. Les figures des os des extrémités de *Lynx* Caracal dans l'atlas de Blainville genre *Felis*, pl. XII-XIII) sont malheureusement trop réduites pour notre but. Mais celle de l'humérus et celle du troisième métatarsien ne font pas l'impression que cette espèce se rapproche davantage du *Felis* fossile que le *Cynailurus*.

Conclusions stratigraphiques

Les Carnassiers, l'Éléphant et le *Sus* de Rosières ne nous fournissent que de vagues renseignements stratigraphiques. Les Ongulés à affinités pliocènes — le Rhinocéros, le Cheval, le Bœuf — nous ont tous présenté quelque légère note progressive par rapport à leurs congénères du Pliocène supérieur classique du Val d'Arno, de Perrier, etc. Nous pouvons en conclure que — pour une classification, qui place ces derniers gisements au sommet du Pliocène — les sables de Rosières-Saint-Florent ne remontent pas à cette époque.

D'autre part ces mêmes espèces tendent à confiner Rosières-Saint-Florent vers l'extrême base du Post-Pliocène et cette conclusion me paraît être confirmée, tant par les rapports phylétiques du Cervidé, que par l'absence de toute espèce bien identifiable à signification nettement plus récente.

Je ne crois donc pas me tromper en rapportant les Sables de Rosières-Saint-Florent au niveau du Forest-Bed.

SUR LES POISSONS FOSSILES DES TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DU SUD DE LA FRANCE

PAR **F. Priem**¹.

PLANCHES VI ET VII.

SOMMAIRE. — I. Miocène du Sud-Est : Burdigalien, Vindobonien ; Miocène supérieur de l'Ardèche : *Cobitis* sp. — II. Pliocène du Sud-Est : *Clupea Linderi* n. sp. — III. Terrains tertiaires supérieurs de l'Hérault. Miocène. Éléments nouveaux : Lepidopidé ? Scombridés. Pliocène : *Dentex* sp. Vertèbres de Xiphidé. — IV. Terrains tertiaires du Sud-Ouest. Éléments nouveaux.

J'ai eu l'occasion d'étudier dans ces dernières années un certain nombre de restes de Poissons fossiles provenant des terrains tertiaires supérieurs du Sud de la France. M. Marcellin Boule a bien voulu me permettre d'étudier les collections paléontologiques du Muséum national d'Histoire naturelle, et plusieurs de nos confrères : MM. A. Bioche, J. Cottreau, Henri Douvillé, A. Gevrey, D^r A. Guébard, D^r E. Jacquemet, P. Jodot, A. Mauche, et quelques autres m'ont confié des échantillons intéressants. Notre regretté confrère Lombard-Dumas, de Sommières, m'avait aussi communiqué un certain nombre de documents provenant de la collection Émilien Dumas, conservés maintenant à Nîmes, au Musée d'Histoire naturelle.

Je n'ai cité ici que les localités dont j'ai pu étudier les Poissons fossiles².

1. Note présentée à la séance du 15 janvier 1912.

2. Voir aussi M. LERICHE. Revision de la faune ichthyologique des terrains néogènes du bassin du Rhône. *Ass. franç. Avancement des Sciences. Congrès de Lyon* t. XXXV, 1906, p. 335-352, pl. III. — L. JOLEAUD. Géologie et Paléontologie de la plaine du Comtat et de ses abords. Descriptions des terrains néogènes, fascicule I, Avignon, 1907, 252 p. et tabl. *Mém. Acad. de Vaucluse*, années 1905 et 1906. L'auteur signale dans ce mémoire un grand nombre d'espèces de Poissons avec les localités (p. 107-221), notamment des espèces trouvées par Probst dans la molasse de Baltringen (Wurtemberg), et des espèces nouvelles mais qu'il n'a pas figurées.

Note ajoutée pendant l'impression. — M. L. JOLEAUD vient de publier la fin de son mémoire avec les planches (Montpellier, 1912, fasc. II, p. 253-285, 11 pl.). Il faut ainsi ajouter à la faune néogène du Comtat et de ses abords un grand nombre d'espèces maintenant figurées. — Voir aussi L. JOLEAUD. Vue générale de la Paléontologie des Vertébrés des terrains néogènes de la plaine de Comtat et de ses abords. *Ass. franç. Avancement des Sciences, Congrès de Lille*, 1909, p. 469-475.

I. — MIOCÈNE DU SUD-EST.

BURDIGALIEN. — J'ai reconnu dans le Burdigalien du Sud-Est les espèces suivantes :

ÉLASMORANCHES. — *Myliobatis* sp. Fragment de chevron et piquant. Grignan (Drôme) [Muséum]. Chevrons isolés, les Angles (Gard) [coll. Cottreau].

Aëtobatis arcuatus Ag. Fragment de dentition. Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) [Muséum].

Rhinoptera (Zygobates) sp. Chevrons dentaires. Saint-Paul-Trois-Châteaux [Muséum].

Notidanus primigenius Ag. Dents. Mus. (Gard) [coll. E. Dumas].

Odontaspis cuspidata Ag., sp. Dents. Grignan [Muséum et coll. Gevrey]; Saint-Paul-Trois-Châteaux sous la chapelle Sainte-Juste [coll. Cottreau]. Villeneuve-lès-Avignon (Gard) [Muséum]; Montpezat (Gard) [coll. Jacquemet]; Sauveterre près Roquemaure (Gard) [coll. E. Dumas et Jacquemet]; le Canon près Sauveterre, Junas près Sommières, Saint-Siffret près Nîmes (Gard) [coll. E. Dumas]; les Angles (Gard) [coll. Cottreau]; route de Cadenet à Cucuron (Vaucluse) [coll. Cottreau]; Cadenet, mollasse à *Pecten Davidi*, Burdigalien moyen [coll. Jodot]; Sausset (Bouches-du-Rhône), route de Carry, poudingue de base, Burdigalien inférieur [coll. Jodot]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]; Fontvieille près Arles (Bouches-du-Rhône) [coll. Mauche]¹; Vence (Alpes-Maritimes), mollasse à *Pecten præscabriusculus*, Burdigalien supérieur du vallon de Garibon, une dent donnée par le D^r Guébard.

Odontaspis contortidens Ag. sp. Dents. Grignan [Muséum]; Saint-Paul-Trois-Châteaux, sous la chapelle Sainte-Juste [coll. Cottreau]; Montpezat, Mus, Junas [coll. Jacquemet]; Saint-Siffret près Nîmes [coll. E. Dumas]; les Angles [coll. Cottreau]; Sausset, poudingue de base, Burdigalien inférieur [coll. Jodot]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]².

Lamna macrota ? Ag., sp. Grignan [coll. Gevrey]³, une dent latérale légèrement oblique avec un denticule arrondi.

Otodus ? sp. Cadenet, mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, sortie

1. L'espèce se trouve aussi dans l'Aquitainien à Carry, couches sableuses à moules de Cyprines, à l'Est du port [coll. Cottreau] et entre la calanque du Rouet et Carry [coll. Jodot].

2. L'espèce se trouve aussi avec des débris de chevrons de *Myliobatis* dans l'Aquitainien de Sausset (la Tuilière) [coll. Cottreau].

3. Notre ancien confrère A. Gevrey a donné sa collection à l'Université de Grenoble.

dù village, route de Cucuron, Burdigalien moyen [coll. Jodot] : grosse dent incomplète, droite, à face externe assez bombée, couronne épaissie à la base, denticules latéraux non conservés.

Oxyrhina Desori Ag. Dents. Grignan [Muséum et coll. Gevrey]; les Angles [coll. E. Dumas]; Beaucaire (Gard), Villeneuve-lès-Avignon, Saint-Siffret [coll. E. Dumas]; Mus, Sauveterre [coll. Jacquemet]; route de Cadenet à Cucuron [coll. Cottreau]; Fontvieille près d'Arles [coll. Mauche].

Oxyrhina hastalis Ag. Dents; Grignan [Muséum]; les Angles, [coll. E. Dumas et Jacquemet]; Beaucaire, Junas quartier de Montredon, Villeneuve-lès-Avignon, Gressac près d'Uzès [coll. E. Dumas]; Montpezat, Mus [coll. Jacquemet]; Cadenet, [Muséum]; route de Cadenet à Cucuron [coll. Cottreau].

Oxyrhina ? sp. Dents. Saint-Paul-Trois-Châteaux [Muséum]; Cadenet, sortie du village, route de Cucuron, mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, Burdigalien moyen [coll. Jodot].

Carcharodon megalodon Ag. Dents. Grignan [coll. Gevrey], (var. *productus*) (pl. VII, fig. 9), une dent bien conservée, relativement petite, à bords divergents et serrations très nettes; Villeneuve-lès-Avignon [coll. E. Dumas]; les Angles, Sauveterre [coll. Jacquemet]; Crillon, Cadenet [coll. Gevrey].

Carcharodon angustidens Ag. Dent. Grignan [Muséum].

Carcharias (Aprionodon) sp. Dents. Les Angles [coll. Cottreau]; route de Cadenet à Cucuron [coll. Cottreau]; Sausset, couches à Poissons sur le poudingue de base, Burdigalien inférieur [coll. Jodot]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]; Cadenet, mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, sortie du village, route de Cucuron, Burdigalien moyen [coll. Jodot]; barre de Cucuron, zone à *Pecten præscabriusculus*, Burdigalien supérieur [coll. Jodot]¹.

Triacis sp. Dents. Barbentanne (Bouches-du-Rhône), Burdigalien supérieur².

Galeocerdo aduncus Ag. Dents. Grignan [Muséum]; les Angles [coll. Cottreau].

Hemipristis serra Ag. Dents. Villeneuve-lès-Avignon, Saint-Siffret [coll. E. Dumas]; Sauveterre [coll. Jacquemet]; les Angles, [coll. Cottreau]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]³.

1. Il y a aussi des dents de *Carcharias (Aprionodon)* sp. dans l'Aquitainien de Sausset (la Tuilière) [coll. Cottreau].

2. Cité par O. JÄGERL, Die eocänen Selachier von Monte Bolca, Berlin, 1894, p. 160.

3. Il y a aussi des dents de cette espèce dans l'Aquitainien ? de Carry (Bouches-du-Rhône) [coll. d'Orbigny, Muséum].

Hemipristis curvatus DAMES. Une dent. Beaucaire [coll. E. Dumas].

Sphyrna prisca AG. Dents. Grignan [Muséum]; Sausset, couche à Poissons sur le poudingue de base, Burdigalien inférieur [coll. Jodot]; Fontvieille près d'Arles [coll. Mauche].

TÉLÉOSTOMES. — *Sargus incisivus* P. GERVAIS. Incisives. Les Angles [coll. E. Dumas et Cottreau]; Fontvieille près d'Arles [coll. Mauche].

Sargus? sp. Dents. Sausset, route de Carry, poudingue de base. Burdigalien inférieur [coll. Jodot].

Chrysophrys cincta AG. sp. Dents préhensiles et molaires à bourrelet basilaire. Les Angles [coll. Jacquemet et Cottreau]; route de Cadenet [coll. Cottreau].

Chrysophrys sp. Dents. Les Angles [coll. Cottreau]; route de Cadenet à Cucuron, près de Cadenet [coll. Cottreau]; barre de Cucuron, zone à *Pecten præscabriusculus* [coll. Jodot]. Burdigalien supérieur. Sausset, couche à Poissons sur le poudingue de base, Burdigalien inférieur [coll. Jodot]. Environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]¹.

Cylindracanthus (Cælorhynchus)? sp. Débris allongé de rostre strié, douteux; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau].

VINDOBONIEN (HELVÉTIEN ET TORTONIEN). — **ELASMOBRANCHES.** *Raja*? sp. Dent. Helvétien de Sommières-la-Coustourelle (Gard) [coll. E. Dumas].

Myliobatis sp. Chevrons isolés. 1° Helvétien. — Clansayes (Drôme) [coll. Gevrey]; Moulin à vent près de Cucuron (Vaucluse) [coll. Cottreau]; Sausset (Bouches-du-Rhône), calanque du Petit-Nid, Helvétien inférieur [coll. Cottreau]; Istres (Bouches-du-Rhône), chapelle Saint-Étienne, safre jaune, sableux. Helvétien à *Amphiope* [coll. Cottreau]; Istres, mollasse à Nullipores, Helvétien supérieur [coll. Cottreau²]. 2° Tortonien. — Cucuron (avec un

1. Il y a aussi des dents de *Chrysophrys* sp. dans l'Aquitanién supérieur, entre Carry et Sausset, à 1 km. de Sausset [coll. Jodot, une petite dent rondé].

2. Note sur Istres ajoutée pendant l'impression. Il y a là du Burdigalien supérieur. C'est la mollasse blanche à Nullipores considérée d'abord par M. J. Cottreau comme helvétique. Des recherches récentes de M. C. Châtelet ont montré qu'elle contenait *Pecten Zizinæ* BLANCKENHORN d'Égypte. Elle est au-dessous de l'argile sableuse micacée du Schlier, qui est helvétique (communication personnelle de M. J. Cottreau). Partout dans cette note, où à propos d'Istres il y a Burdigalien ou Helvétien, ou bien mollasse à Nullipores, il faut lire Burdigalien supérieur. Comme Helvétien (plutôt supérieur) il y a à Istres le safre (sable jaune à *Amphiope*). D'après M. J. Cottreau le gisement du cap Couronne ne serait pas helvétique, mais appartiendrait au Burdigalien supérieur comme la mollasse d'Istres.

fragment roulé d'aiguillon?) [coll. Cottreau]; cap Couronne près Marseille [coll. Cottreau et Jodot].

Myliobatis (Ptychacanthus) Faujasi Ag. Piquant [Muséum (type)]. Ce piquant, suivant Faujas-Saint-Fond, proviendrait des environs d'Aigues-Mortes (Gard), mais E. Dumas a vainement cherché aux environs de cette ville la mollasse marine qui aurait fourni cet aiguillon¹.

Myliobatis. sp.; Istres, chapelle Saint-Étienne, safre jaune sableux, Helvétien à *Amphiope* [coll. Cottreau], fragment de piquant.

Aëtobatis sp. Fragment de chevron, Tortonien du cap Couronne, [coll. Jodot].

Trygon thalassia fossilis JAEKEL. (= *Acanthobatis eximia* LARRAZET). Pièce dermique [Muséum], mollasse des environs de Sagriès près d'Uzès (Gard), Helvétien²?

Notidanus primigenius Ag. Dents. Helvétien. Clansayes [coll. Gevrey]. Une dent symphysaire inférieure, provenant de cette localité, est ici figurée (pl. VI, fig. 34); Sommières-la-Coustourelle [coll. E. Dumas]; Castillon, arrondissement d'Uzès, Helvétien supérieur [coll. E. Dumas³].

Odontaspis cuspidata Ag. sp. Dents. 1° Helvétien. — Clansayes, [coll. Gevrey], nombreuses petites dents dont certaines sont ici figurées (pl. VI, fig. 10-17); Massereau près Sommières, tranchée du chemin de fer, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]; Villevielle, quartier de Brou près Sommières, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]; Castillon, arrondissement d'Uzès et Uzès, mollasse coquillière, Helvétien supérieur [coll. E. Dumas]; Cucuron [coll. Gevrey]; Moulin à vent près de Cucuron, et Cadenet près Cucuron, mollasse sableuse [coll. Cottreau]; ravin du Vabre, Est de Cucuron, couche sableuse à *Amphiope*, Helvétien inférieur [coll. Jodot]; route de Cadenet à Cucuron près Cadenet, mollasse sableuse [coll. Cottreau]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]; cap Couronne près Marseille, Helvétien [coll. Cottreau]; Istres (Bouches-du-Rhône), Helvétien et mollasse à Nullipores de la même localité, Helvétien supérieur [coll. Cottreau]; butte au Nord de la gare de Fos (Bouches-du-Rhône), banc gréseux dans mollasse sableuse, Helvétien? [coll. Jodot]. 2° Tortonien — Cucuron, mollasse

1. P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises, 1^{re} édition, 1848-52. Expl. Poiss. foss. p. 16, 2^e édition, 1859, p. 519 et p. 529, pl. LXXX, fig. 5.

2. A. LARRAZET. Des pièces de la peau de quelques Sélaciens fossiles. *B. S. G. F.*, (3), XIV, 1886, p. 265-267, pl. xv, fig. 3, 3a, pl. xvi, fig. 1, 1a, 2b. — O. JAEKEL, *loc. cit.*, p. 140-141, fig. 30-31.

3. La mollasse de Castillon et d'Uzès est notée dans la collection E. Dumas comme appartenant à l'Helvétien supérieur.

tortonienne¹ et cap Couronne, Tortonien [coll. Cottreau]. 3^o Niveau indéterminé : Bouches-du-Rhône [Muséum] ; Rognes (Bouches-du-Rhône), mollasse marine [Muséum].

Odontaspis contortidens AG. Dents. 1^o Helvétien. — Clansayes [coll. Gevrey]. Très nombreuses dents de petite taille, à stries souvent effacées, mélangées à des dents d'*Od. cuspidata*² : Certaines sont ici figurées (pl. VI, fig. 18-25) ; Sommières-la-Coustourelle, mollasse marno-sableuse [coll. Jacquemet] ; Massereau, tranchée du chemin de fer, mollasse coquillière [coll. E. Dumas] ; Cucuron [coll. Gevrey] ; ravin du Vabre, Est de Cucuron, couche sableuse à *Amphiope*, Helvétien inférieur [coll. Jodot] ; Sausset, calanque du Petit Nid, Helvétien inférieur [coll. Cottreau] ; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau] ; Istres, mollasse à Nullipores, Helvétien supérieur [coll. Cottreau]. 2^o Tortonien — Cucuron, mollasse tortonienne [coll. Cottreau] ; route du Sausset à la Tuilière, à la hauteur du Rouveau [coll. Cottreau].

Oxyrhina Desori AG. Dents. 1^o Helvétien. — Clansayes [coll. Gevrey]. Très nombreuses dents des diverses parties de la mâchoire (pl. VI, fig. 1-9 et pl. VII, fig. 2-5) ; Sommières-la-Coustourelle, mollasse marno-sableuse [coll. Jacquemet] ; Pondre près Sommières et Massereau, mollasse coquillière [coll. E. Dumas] ; Istres, mollasse à Nullipores, Helvétien supérieur (*O. aff. Desori*), et cap Couronne [coll. Cottreau]. 2^o Tortonien. — Cabrières d'Aigues (Vaucluse) [Muséum].

Oxyrhina hastalis AG. Dents. 1^o Helvétien. — Aigues-Vives près Sommières, mollasse coquillière de la Garigouille [coll. E. Dumas] ; Sommières-la-Coustourelle, Villevieille, quartier de Birou ; Massereau, Pondre, Mauvalat près Sommières, mollasse coquillière [coll. E. Dumas] ; Uzès et Castillon, Helvétien supérieur [coll. E. Dumas]. 2^o Tortonien. — Cucuron [coll. Cottreau].

Oxyrhina sp? Clansayes, Helvétien [coll. Gevrey], petites dents douteuses.

Carcharodon megalodon AG. Dents. 1^o Helvétien. — Clansayes,

1. Note ajoutée pendant l'impression. — Une liste des Poissons fossiles de la mollasse de Cucuron (Tortonien d'après M. L. Joleud) a été donnée par P. FISCHER : Note paléontologique sur la mollasse de Cucuron (Vaucluse). *B. S. G. F.*, (3), VII, 1879, p. 218-228. Ces Poissons se retrouvent dans la plupart des dépôts miocènes du bassin du Rhône, du Sud-Ouest et de Montpellier. A remarquer la présence à Cucuron de *Labrodon Gaudryi* SAUV. de Dax, de *Pagrus oudrianus* DELFORTRIE et de *Myliobatis girondicus* PEDRONI de la Gironde, et aussi [p. 222] de *Chrysophrys Pedronii* FISCHER et TOURNOÛER (*Sphærodus discus* PEDRONI non AGASSIZ), espèce qui n'a été ni décrite ni figurée.

2. Les dents de Clansayes appartiennent à la variété *acutissima* d'*Od. contortidens*. Voir plus bas, p. 230.

[coll. Gevrey]; Sommières-la-Coustourelle, Catet près Ville-ville, mollasse coquillière [E. Dumas]; Uzès, mollasse coquillière, Helvétien supérieur [coll. E. Dumas]; Sagriès près d'Uzès [coll. Priem] niveau indéterminé; environs d'Apt (Vaucluse) [Muséum], une dent rapportée par Agassiz à *C. productus* (Rech. Poiss. Foss., t. III, p. 253); Berre (Bouches-du-Rhône) [coll. Gevrey], niveau indéterminé; Ravin du Vabre Est de Cucuron, couche sableuse à *Amphiope*, Helvétien inférieur [coll. Jodot].

Carcharodon sp. Helvétien de Clansayes [coll. Gevrey], une dent basse, incomplète, à face externe légèrement bombée (dent postérieure).

Carcharias (*Aprionodon*) sp. Dents. 1° Helvétien. — Cadenet (Vaucluse), mollasse sableuse [coll. Cottreau]; Sausset, poudingue de base de l'Helvétien [coll. Cottreau et Jodot]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]. 2° Tortonien. — Cap Couronne et route de Sausset à la Tuilière, à la hauteur du Rouveau [coll. Cottreau].

Carcharias (*Prionodon*) sp. Dents. 1° Helvétien. — Massereau, tranchée du chemin de fer, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]; Sausset, poudingue de base de l'Helvétien [coll. Jodot]. 2° Tortonien. Cap Couronne [coll. Jodot].

Galeocerdo aduncus Ag. Dents. 1° Helvétien. Clansayes, [coll. Gevrey]; Sommières-la-Coustourelle et Massereau, tranchée du chemin de fer, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]. 2° Tortonien. — Route de Sausset à la Tuilière, à la hauteur du Rouveau [coll. Cottreau]. Niveau indéterminé : Bouches-du-Rhône, [Muséum], une dent.

Hemipristis serra Ag. Dents. 1° Helvétien. — Sommières-la-Coustourelle, mollasse coquillière, et Uzès, mollasse coquillière, lit de la rivière d'Alzon, Helvétien supérieur [coll. E. Dumas]; environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]. 2° Tortonien. — Cap Couronne [coll. Cottreau]. Niveau indéterminé : Bouches-du-Rhône [Muséum], une dent.

Sphyrna prisca Ag. 1° Helvétien. — Massereau, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]; route de Cadenet à Cucuron près de Cadenet, mollasse sableuse [coll. Cottreau]; Rassuen près Istres, Helvétien inférieur [coll. Cottreau]; Istres, chapelle Saint-Étienne Helvétien sableux à *Amphiope* [coll. Cottreau] (fig. 1); butte au Nord de la gare de Fos (Bouches-du-Rhône), banc gréseux dans mollasse sableuse, Helvétien ? [coll. Jodot]. 2° Tortonien. — Route de Sausset à la Tuilière, à la hauteur du Rouveau [coll. Cottreau].

Galeus? sp. Dents douteuses, peut-être de *Carcharias*, Helvétien de Clansayes [coll. Gevrey] (pl. VI, fig. 26-33 et fig. 2).

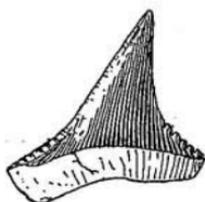


FIG. 1. — *Sphyrna prisca*. AG. Dent vue par la face externe, au double de la grandeur; Istres (Bouches-du-Rhône), Helvétien sableux à *Amphiope* [coll. Cottreau].



FIG. 2. — *Galeus* ou *Carcharias?* sp. Dent vue par la face externe au double de la grandeur; Clansayes (Drôme), Helvétien [coll. Gevrey].

TÉLÉOSTOMES. — *Sargus incisivus* P. GERVAIS. Dents. Je n'ai pas trouvé cette espèce dans les documents du Vindobonien du Sud-Est que j'ai eus à ma disposition, cependant P. Gervais la cite à Sommières d'après la collection d'E. Dumas¹ et aussi à la Vacquerie (Gard).

Chrysophrys Agassizi SISMONDA. Dents molaires, Helvétien, Sommières-la-Coustourelle [coll. E. Dumas].

Chrysophrys cincta AG., sp. Dents préhensiles et molaires: 1^o Helvétien. — Sommières-la-Coustourelle [coll. E. Dumas et Jacquemet]. 2^o Tortonien. — Cucuron [coll. Cottreau].

Chrysophrys. sp. Dents préhensiles et molaires. 1^o Helvétien. — Clansayes [coll. Gevrey]; Massereau, tranchée du chemin de fer, mollasse coquillière [coll. E. Dumas]; Sausset, poudingue de base de l'Helvétien [coll. Cottreau et Jodot]; environs de Sausset. Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau]; route de Cadenet, Cucuron près de Cadenet [coll. Cottreau]; cap Couronne, Helvétien et Helvétien supérieur [coll. Cottreau]; Istres, mollasse à Nullipores, Helvétien supérieur [coll. Cottreau]. 2^o Tortonien. — Route de Sausset à la Tuilière, à la hauteur du Rouveau [coll. Cottreau] (dents douteuses de Sparidé). Niveau indéterminé: Sagriès près d'Uzès, mollasse coquillière [coll. Priem]; carrières de Boillerou (Gard?) [coll. E. Dumas].

Labrodon? sp. Mollasse des Martigues (Bouches-du-Rhône), plaque pharyngienne supérieure figurée par P. Gervais (Zool. Pal. gén., p. 240, pl. XLVI, fig. 3-4).

1. P. GERVAIS. *Loc. cit.*, 1^{re} édition, 1848-52. Expl. Poiss. foss., p. 5-6, et 2^e édition, 1859, p. 516 et p. 528, pl. LXIX, fig. 16 a, 16 b.

Cylindracanthus (Cœlorhynchus) sp. Fragments de rostre. 1° Helvétien. — Sausset, poudingue de base de l'Helvétien [coll. Jodot] (petit fragment douteux); environs de Sausset, Burdigalien ou Helvétien [coll. Cottreau] (petit fragment allongé, strié, douteux). 2° Tortonien. — Cabrières d'Aigues (Vaucluse [coll. Jodot], fig. 3).

Cybiium sp. Sausset, poudingue helvétien [coll. Cottreau]. Une dent triangulaire, comprimée (fig. 4).

Lépidopidé indéterminé. Sausset, poudingue helvétien [coll. Cottreau]. Une dent avec fer de lance (fig. 5).

Diodon. sp. Sausset, poudingue de base de l'Helvétien [coll. Jodot]. Un fragment de pile dentaire (fig. 6).

Otolithus (Solea) Cottreai PRIEM. Marnes de Vence (Alpes-Maritimes), Burdigalien ou Helvétien inférieur [coll. Cottreau]. Voir : *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911, p. 44-45, fig. 8¹.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR DE L'ARDÈCHE. *Cobitis* sp. Rochessaive (Ardèche), Tortonien du niveau d'Oeningen [coll. A. Bioche]².

Notre confrère m'a communiqué deux plaques portant l'empreinte et la contre-empreinte d'un Poisson assez mal conservé,

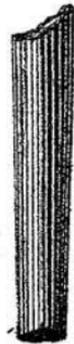


FIG. 3. — *Cylindracanthus (Cœlorhynchus)* sp. Fragment de rostre grossi dix fois; Cabrières d'Aigues (Vaucluse), Tortonien [coll. Jodot].



FIG. 4. — *Cybiium* sp. Dent au double de la grandeur. Sausset (Bouches-du-Rhône), Helvétien [coll. Cottreau].



FIG. 5. — *Lépidopidé*. Dent au double de la grandeur. Sausset (Bouches-du-Rhône), Helvétien [coll. Cottreau].



FIG. 6. — *Diodon* sp. Pile dentaire, grossie trois fois. Sausset (Bouches-du-Rhône), Helvétien [coll. Jodot].

d'une longueur de 10 cm. La plaque où le Poisson est le mieux conservé est représentée planche VI, figure 35. Le corps est allongé,

1. Note ajoutée pendant l'impression. — M. J. Cottreau considère maintenant ce gisement de Vence comme appartenant au Schlier (Helvétien inférieur).

2. J'ai parlé de cette pièce dans ma note : *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911. P. 44, note 1, ligne 5 de cette note : au lieu de Rochemaure lire Rochessaive.

la nageoire dorsale, courte, est opposée aux ventrales. Il s'agit d'un *Cobitis* (Loche) et, d'après la forme et la longueur de la tête comprise environ cinq fois dans la longueur du corps jusqu'à la base de la caudale, c'est une espèce voisine de *Cobitis centrochir* Ag. d'Oeningen; d'autres débris paraissent provenir d'un Poisson de la même espèce et de mêmes dimensions.

II. — PLIOCÈNE DU SUD-EST.

PLIOCÈNE DES ALPES-MARITIMES. — Notre confrère, M. le Dr Guébbard m'a communiqué un certain nombre de débris provenant du Pliocène des Alpes-Maritimes.

Des marnes bleues de la route de Vence provient une dent antérieure d'*Oxyrhina* sp.

Dans la mollasse de la Colle, intermédiaire entre les marnes subapennines et les poudingues supérieurs dits du Var ont été recueillies des dents antérieures d'*Oxyrhina* sp., une plaque dentaire incomplète de *Labrodon* sp., des incisives de *Sargus Oweni* SISMONDA, des molaires et des dents préhensiles de *Chrysophrys* sp. Une molaire isolée de *Chrysophrys* provient des sables pliocènes de Cadenet à la Colle¹.

PLIOCÈNE DE LA TAVE. *Clupea Linderi* n. sp. On connaît déjà un certain nombre de Téléostomes du Pliocène de la Drôme. Le Dr Sauvage a étudié ceux des marnes à *Nassa semistriata* d'Eurre². Il a figuré deux espèces nouvelles de Clupéidés : *Clupea Fontanesi* et *Clupeops insignis*³.

M. Henri Douvillé a bien voulu me confier un Poisson conservé à l'École nationale des Mines et recueilli par M. O. Linder dans le Pliocène de la Tave. La Tave est un affluent de la rive droite du Rhône au-dessous de Bagnols (Gard).

C'est un Poisson du genre *Clupea* (pl. VI, fig. 36). On voit entre les nageoires paires des écussons ventraux bien développés. La longueur totale est de 10 cm., la longueur sans la caudale est

1. Le Dr A. S. Woodward cite une dent de *Sphyrna* aff. *prisca* Ag. provenant du Pliocène d'Antibes (Alpes-Maritimes), et plus grande que les dents de cette dernière espèce (Catalogue of fossil Fishes in the British Museum, part. I, 1889, p. 454).

2. E. SAUVAGE. Note sur les Poissons fossiles d'Eurre (Drôme) in F. FONTANES. Période tertiaire dans le bassin du Rhône, VI, le bassin de Crest (Drôme), 1880, p. 205-210, pl. VII.

3. Fontannes dit à propos des Poissons fossiles du Pliocène de la vallée du Rhône (*B. S. G. F.*, (3), XI, 1882, p. 137, note 1) qu'un troisième type très-intéressant a été recueilli par lui et sera prochainement décrit. Cette description n'a jamais paru.

de 8 cm., celle de la tête de 2 cm. 2. Le diamètre de l'orbite est de 0 mm. 05. La plus grande hauteur du corps est de 2 cm.; elle est contenue plus de quatre fois dans la longueur du corps, et la caudale est contenue cinq fois dans cette longueur totale.

Les écailles sont brisées, pyritisées. On voit les arêtes musculaires. Il y a environ 42 vertèbres, dont environ 27 caudales et 15 abdominales. La dorsale est insérée à un peu plus du tiers de la longueur totale et elle est deux fois plus rapprochée de l'occiput que de la caudale. Elle est mal conservée, on voit bien 11 rayons divisés. La caudale, échancrée, montre environ 12 grands rayons de chaque côté; l'anale montre 18 rayons décroissants. Les nageoires pectorales sont mal conservées, les ventrales ont 6 ou 7 rayons; elles sont opposées à la dorsale et à égale distance de l'anale et des pectorales.

Le Poisson de la Tave paraît être différent de *Clupea Fontanesi* SAUVAGE. Il y a moins de vertèbres (42 au lieu de 51), la tête est plus longue par rapport au corps et la dorsale est plus avancée. Ce Poisson a des rapports avec *C. catopygoptera* A. S. WOODWARD de l'Éocène supérieur du Monte Bolca, mais la tête est plus courte que dans cette espèce. Le Poisson de la Tave constitue probablement une espèce nouvelle que j'appellerai *Clupea Linderi*.

Enfin je rappellerai qu'on a trouvé dans le Pliocène de Durfort (Gard) gisement de l'*Elephas meridionalis*, les fragments dissociés du squelette d'un Brochet (*Esox* sp.), conservé au Muséum¹.

III. — TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DE L'HÉRAULT.

J'ai déjà eu l'occasion d'étudier les Poissons fossiles des terrains supérieurs de l'Hérault². Je présente ici un complément à cette étude.

1. P. Gervais le cite dans le *Journal de Zoologie*, VI, 1877, p. 281, et dit qu'il ne croit pas devoir le séparer de l'*Esox lucius* LINNÉ actuel.

2. F. PRIEM. Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de l'Hérault : *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 286-294, 12 fig. J'apporterai ici quelques corrections à ce travail.

P. 289, ligne 30, au lieu de *Zygoena*, lire *Zygaena*.

P. 291, fig. 7 et 10, ajouter, dents vues par la face interne.

P. 292, ligne 23, après (*Ptychacanthus*) *Faujasi*, mettre ? et ajouter Muséum.

P. 292, ajouter en note : *Aëtobatis arcuatus*, *Notidanus primigenius*, *Oxyrhina Desori*, *Galeocerdo aduncus* sont des espèces à la fois miocènes et pliocènes, mais elles n'ont pas été citées jusqu'ici dans le Pliocène de l'Hérault; elles n'y ont été trouvées que dans le Miocène.

P. 293, ajouter à la liste des espèces de l'Helvétien : *Squatina* sp. Castries, Car-

Je donnerai la liste des localités dont j'ai pu étudier les échantillons et je décrirai certaines formes.

MIOCÈNE.

ÉLASMOBRANCHES. — *Centrina* sp. Helvétien, Castries [Muséum]. (P. Gervais, Zool. Pal. gén., p. 237-238, pl. XLVII, fig. 5-5 a); Maureilhan, Castelnau près Vendres, Néziguan-l'Évêque, mollasse marno-sableuse [coll. Jacquemet]; Caux, Montagnac, marnes bleues [coll. Jacquemet].

Squatina sp. Dents. Burdigalien et Helvétien de Castries, marnes [Muséum].

Raja sp. Dent. Helvétien. Marnes bleues de Loupian (Gervais, Zool. Pal. gén. p. 240, fig. 39-40).

Pristis sp. Dents rostrales. Helvétien, Pézenas [Muséum]. Le Jardin de Viguiet près Vendres, mollasse marno-sableuse, et Aspiran, marnes bleues [coll. Jacquemet].

Rhynchobatis sp. Helvétien, Castries [Muséum], deux dents.

Myliobatis meridionalis P. GERVAIS. Saint-Geniès¹ (niveau ?), plaques inférieures [Muséum].

Myliobatis micropleurus AG. Burdigalien de Castries [Muséum], dentitions supérieures (type); Maraval près Castries. Burdigalien dentition inférieure [Muséum].

Myliobatis sp. Chevrons détachés. 1° Burdigalien. — Boutonnet, faubourg de Montpellier [Muséum]. 2° Helvétien. — Béziers et Boujan [coll. Cottreau]; Mas de Fourques (marnes de Celleneuve) [coll. Mauche], Nissan et Lespignan (environs de) [coll. G. Baquié]; Magalas [coll. Jodot]; mollasse marno-sableuse: Nizas, le Jardin de Viguiet, Castelnau près Vendres, Maureilhan, le Gasquet près Aumes, Campagnan, Montagnac, Caux, chemin des Tuilières

charias (*Physodon* ?) sp. Castries (P. Gervais, Muséum), dent oblique, plate, assez large (mâchoire supérieure); ajouter aussi *Sphyræna* sp. dents, sables de Poussan (P. Gervais, loc. cit., 1^{re} édition, p. 514 et p. 529, pl. LXVIII, fig. 1-2).

Id. ligne 21, au lieu de *Aprionodon*, lire *Aprionodon*.

Id. ligne 31, ajouter après *Diodon*, etc.: Muséum.

Id. Mettre en note: Boutonnet (ou le Boutonnet) d'après M. Leriche (loc. cit., p. 340, note 3), doit être placé dans le Burdigalien.

Id. ajouter à la note du bas de la page: les ossifications d'après M. Leriche (loc. cit., p. 351) pourraient appartenir à *Orthogoriscus* sp.

P. 294, ligne 9, après *Lamna*, ajouter sp.

P. 294, ligne 10, après *Aprionodon*, ajouter sp.

P. 294, ligne 13, ajouter: Cette indication est celle portée par l'étiquette du Muséum, mais *Carcharodon* n'est pas un Carcharidé, c'est un Lamnidé.

P. 294, ligne 17, au lieu de *Xiphias*, lire: d'un genre voisin de *Xiphias*, mais non identique.

1. Il y a dans l'Hérault plusieurs Saint-Geniès. Il s'agit peut-être ici de Saint-Geniès de Castries où se trouve un calcaire moellon burdigalien (renseignement fourni par M. J. Miquel).

près Lespignan, Fontes, Néziguan-l'Évêque, chemin de la Bergerie de Perpignan près Loupian, Tourbes, Saint-Siméon près Pezenas [coll. Jacquemet]; marnes bleues : Caux, Nizas, Montagnac, Béziers, Aspiran, Magalas, Saint-Christol près Lespignan [coll. Jacquemet]. 3° Tortonien. — [coll. Jacquemet] Mollasse à dragées de Caux et Fontes, mollasse blanche de Cruzy et Belarga. Miocène supérieur ou Pliocène, marnes sableuses supérieures à petits *Pecten* : chemin de la Paillade près de la ferme du séminaire, environs de Montpellier [coll. Ph. Thomas, Muséum].

Myliobatis (Ptychacanthus) Faujasi Ag. sp ? Aiguillon, Burdigalien de Castries [Muséum].

Myliobatis sp. Aiguillons. 1° Helvétien. — Loupian [coll. J. Miquel]; Boujan [coll. Cottreau]; Nissan et Lespignan (environs de) [coll. G. Baquié]; Mas de Fourques [coll. Mauche]; le Gasquet près Aumes, Maureilhan, mollasse marno-sableuse [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Nizas, Montagnac, Saint-Christol, [même collection]. 2° Tortonien. — Mollasse à dragées. Fontes, [coll. Jacquemet]; Boujan, tranchée du chemin de fer et coteau Sainte-Madeleine [coll. J. Miquel].

Rhinoptera (Zygobates) sp. chevrons détachés, Helvétien, Mas de Fourques [coll. Mauche].

Aëtobatis arcuatus Ag. 1° Burdigalien. — Castries, piquant [Muséum]; Boutonnet, fragments de dentition; Maureilhan, Néziguan l'Évêque, Montagnac, Saint-Siméon et Saint-Julien près Pézenas, Jardin de Viguier près Vendres [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Magalas, Caux, Nizas, Montagnac [coll. Jacquemet]; Loupian [coll. J. Miquel]; Nissan et Lespignan [coll. G. Baquié]; Mas de Fourques [coll. Mauche]. 3° Tortonien. — Mollasse à dragées de Fontes [coll. Jacquemet]; Caunelle près Villeneuve [coll. Ph. Thomas, Muséum]; chemin de la Paillade, mollasse supérieure (Burdigalien ?) [coll. Ph. Thomas, Muséum].

Aëtobatis Biochei PRIEM. Burdigalien, Les Bréguines près Béziers, plaque dentaire inférieure, [coll. École des Mines].

Trygon sp. Burdigalien, Boutonnet, base d'une épine.

Notidanus primigenius Ag. Dents. 1° Helvétien. — Loupian [coll. J. Miquel]; mollassé marno-sableuse du chemin de la Bergerie de Perpignan à Loupian, et marnes bleues de Nizas [coll. Jacquemet]. 2° Tortonien. — Environs de Montpellier [coll. J. Miquel].

Scyllium sp. Dents, Helvétien. Castries, mollasse et marnes, [Muséum] (fig. 7).



FIG. 7. — *Scyllium* sp. Dent vue par la face interne, au double de la grandeur, Castries (Hérault). Marnes de l'Helvétien [Muséum, P. Gervais].

Ginglymostoma Miqueli PRIEM, Dents, Helvétien; Coteau de Saint-Christol près Nissan [coll. J. Miquel] (figuré en 1904); mollasse marno-sableuse de Montagnac [coll. Jacquemet].

Odontaspis cuspidata Ag. sp. Dents. 1° Burdigalien. — Les Bréguines près Béziers [coll. Cottreau]; Pignan [coll. J. Miquel]; environs de Montpellier [même collection]; Saint-Jean-de-Védas [coll. Jacquemet]; Castries (sans niveau indiqué, Burdigalien ?). — [Muséum]; Boutonnet [Muséum]; Montagne-Noire (sans niveau indiqué [Muséum]. Burdigalien ?). — 2° Helvétien. — Loupian [coll. J. Miquel et Cottreau]; Nissan, tranchée de la gare [coll. J. Miquel]; Castries, mollasse et marnes bleues [Muséum]; Saint-Jean-de-Védas [coll. Cottreau]; mollasse marno-sableuse de Nizas, Caux, Tourbes, Nézigian-l'Évêque, Le Gasquet, Maureilhan [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Nizas, Béziers, Magalas, Montagnac [coll. Jacquemet]; environs de Nissan et Lespignan [coll. J. G. Baquié]¹. 3° Tortonien. — [Puysserguier], coteau de Sainte-Madeleine et environs de Montpellier [coll. J. Miquel]; mollasse à dragées de Fontes et mollasse blanche de Cruzy [coll. Jacquemet].

Odontaspis contortidens Ag. Dents. Burdigalien, Boutonnet, Muséum; Saint-Jean-de-Védas [coll. Jacquemet]; Pignan [coll. J. Miquel]; sans niveau indiqué (Burdigalien ?), Castries, Montagne-Noire [Muséum]; 2° Helvétien. — Castries, mollasse et marnes bleues [Muséum]; Loupian [coll. J. Miquel]; Nissan et Lespignan (environs de) [coll. G. Baquié]; de Saint-Jean-de-Védas [coll. Cottreau]; mollasse marno-sableuse, chemin des Tuilières près Lespignan, chemin de la Bergerie de Perpignan à Loupian [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Montagnac et Nizas [coll. Jacquemet]. Miocène supérieur ou Pliocène, chemin de la Paillade près la ferme du séminaire, environs de Montpellier, marnes sableuses supérieures [coll. P. Thomas, Muséum].

Lamna (Otodus) sp. Dents, Helvétien, marnes de Castries, cité par P. Gervais (Zool. Pal. gén., p. 237).

1. Une dent bien conservée provient des marnes sableuses helvétiques entre Mèze et Loupian [coll. Cottreau].

Oxyrhina Desori Ag. Dents. 1° Burdigalien. — Boutonnet, [Muséum]. 2° Helvétien. — Loupian [coll. J. Miquel]; Nissan et Lespignan [coll. G. Baquié]; mollasse marno-sableuse de Nézig-nan-l'Évêque [coll. Jacquemet]. 3° Tortonien. — Mollasse à dragées de Fontes [coll. Jacquemet]: Aude, terrain tertiaire moyen [coll. d'Archiac, Muséum¹].

Oxyrhina hastalis Ag. Dents. 1° Burdigalien. — Boutonnet, [Muséum]; Castries [coll. E. Dumas]; environs de Montpellier, [coll. J. Miquel]. 2° Helvétien. — Mas de Fourques (marnes de Celleneuve) [coll. Mauche, dents].

Oxyrhina sp: Burdigalien, Boutonnet [Muséum]; Ile Sainte-Lucie (Aude) [coll. Jacquemet].

Carcharodon angustidens Ag. Dents². Burdigalien, Boutonnet, [Muséum]. Sans niveau indiqué : mollasse marine du Languedoc [coll. d'Archiac, Muséum].

Carcharodon megalodon Ag. Dents. 1° Burdigalien. — Boutonnet [Muséum]. Castries, niveau indéterminé (Burdigalien?) [Muséum]. 2° Helvétien. — Pézenas [Muséum]. Loupian [coll. J. Miquel]; mollasse marno-sableuse de Saint-Jean près Tourbes, Nézig-nan-l'Évêque, Montagnac [coll. Jacquemet].

Carcharias (Aprionodon) sp. Dents. 1° Burdigalien. — Les Bréguines près Béziers [coll. Cottreau]. 2° Helvétien. — Loupian [coll. J. Miquel] (figuré en 1904); Nissan et Lespignan [coll. G. Baquié]; mollasse marno-sableuse de Nizas, Montagnac, Nézig-nan-l'Évêque [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Nizas et Montagnac [coll. Jacquemet]. Les dents de la collection Jacquemet paraissent être différentes de celles de la même collection provenant de la mollasse marno-sableuse de Maureilhan, le Gasquet, le Jardin de Viquier et Castelnau près Vendres et de certaines des marnes bleues de Nizas. 3° Tortonien. — Mollasse à dragées de Fontes [coll. Jacquemet] (dents semblables à celles dont je viens de parler)³. Puysserguier [coll. Miquel];

1. Une autre dent de l'Aude, Muséum, portait « Tertiaire moyen, calcaire lacustre de Villeneuve-le-Comptal (Aude) ».

2. Le Dr A. S. Woodward (*loc. cit.*, t. I, p. 4-12) place *C. angustidens* dans l'espèce *C. auriculatus* BLAINV. sp., et j'avais moi-même, dans une note de 1904 sur les Poissons fossiles des terrains supérieurs de l'Hérault, rangé les dents dont il est question ici sous le nom de *C. auriculatus* BLAINV. sp. (Var. *C. angustidens* Ag. = *C. acutidens* Ag.). J'ai reconnu depuis (*B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 200) *C. angustidens* comme une espèce indépendante et non comme une simple variété.

3. Je n'ai pu faire figurer les dents du *Carcharias (Aprionodon)* sp. de la collection Jacquemet. Elles ont été renvoyées à notre confrère dont je n'ai pas eu de nouvelles depuis plusieurs années.

Miocène supérieur ou Pliocène : chemin de la Paillade près de la ferme du séminaire, environs de Montpellier, marnes sableuses supérieures à *Pecten* de petite taille [coll. Ph. Thomas, Muséum].

Carcharias (Prionodon) sp. Dents. 1° Helvétien. — Béziers et Boujan [coll. Cottreau]; Loupian [coll. J. Miquel] (figuré en 1904). 2° Tortonien. — Environs de Montpellier [coll. J. Miquel].

Galeus sp. Dents. Helvétien. Loupian [coll. J. Miquel] (figuré en 1904); mollasse marno-sableuse de Maureilhan et marnes bleues de Nizas [coll. Jacquemet] (peut-être espèce nouvelle).

Galeocерdo aduncus Ag. Dents. 1° Burdigalien. — Boutonnet, Muséum; Ile Sainte-Lucie (Aude) [coll. Jacquemet]; Castries, Muséum (sans niveau indiqué, Burdigalien?). 2° Helvétien. — Castries, mollasse et marnes bleues [Muséum]; Poussan, mollasse marno-sableuse [coll. E. Dumas]; Loupian, [coll. J. Miquel]. 3° Tortonien. — Environs de Montpellier [coll. J. Miquel].

Hemipristis serra Ag. Dents. 1° Burdigalien. — Boutonnet, Muséum; sans niveau indiqué (Burdigalien?) Castries [Muséum]. 2° Helvétien. — Loupian et Mallemort près Puysserguier [coll. Miquel]; marnes bleues de Nézigian-l'Évêque [coll. Jacquemet]. 3° Tortonien. — Mollasse à dragées de Caux [coll. Jacquemet], environs de Montpellier [coll. J. Miquel]; niveau non indiqué : Saint-Pargoire, Hérault [coll. Priem].

Sphyrna prisca Ag. Dents. 1° Helvétien. — Poussans, mollasse marno-sableuse [coll. E. Dumas] (ou *Carcharias* ?); Loupian [coll. J. Miquel] (figuré en 1904); mollasse marno-sableuse de Nizas, le Jardin de Vignier près Vendres, Nézigian-l'Évêque, le Gasquet près Aumes [coll. Jacquemet]; marnes bleues de Nizas, Montagnac, Caux [coll. Jacquemet]. 2° Tortonien. — Mollasse à dragées de Fontes [coll. Jacquemet].

Vertèbres de Squales. 1° Burdigalien. — Boutonnet [Muséum] (entre autres une grande vertèbre de *C. megalodon*); niveau non indiqué (Burdigalien?) Castries [Muséum]. 2° Helvétien. — Mollasse marno-sableuse de Montagnac et chemin des Tuilières près Lespignan (*Oxyrhina* ou *Odontaspis* ?) [coll. Jacquemet].

TÉLÉOSTOMES

Sphyræna sp. Dents. Poussan, Helvétien, cité par P. Gervais (voir note, p. 224).

Perca (Sandroserrus) Rebouli P. GERVAIS sp. Pézenas, Helvétien (marnes bleues). (Voir : P. Gervais, Zool. Pal. Fr., 1^e édition, Expl. Poiss. Foss., p. 8-9 ; 2^e édition, p. 513 et p. 528, pl. LXXXIII, fig. 1).

Percoïde indéterminé. Helvétien de la Vêrune près Montpellier (P. Gervais, Zool. Pal. Fr., 2^e édition, p. 528).

Chrysophrys Agassizi SISMONDA. Dents préhensiles et molaires. 1^o Burdigalien. — Boutonnet [Muséum]. 2^o Helvétien. — Castries, mollasse et marnes bleues [P. Gervais, Muséum] ; mollasse marno-sableuse, chemin de la Bergerie de Perpignan à Loupian [coll. Jacquemet]. Marnes bleues de Nizas, Montagnac, Aspiran [coll. Jacquemet]. 3^o Tortonien. — Mollasse à dragées, Caux [coll. Jacquemet].

Chrysophrys cincta AG. sp. Dents. Helvétien, Loupian [coll. J. Miquel].

Chrysophrys sp. Dents. 1^o Burdigalien. — Boutonnet [Muséum] ; Saint-Jean-de-Védas [coll. J. Miquel] ; Les Bréguines, près Béziers, [coll. Cottreau]. 2^o Helvétien. — Côteau de Saint-Christol près Nissan, et Loupian [coll. J. Miquel] ; Saint-Jean-de-Védas, Béziers et Boujan [coll. Cottreau] ; Nissan et Lespignan [coll. G. Baquié] ; mollasse marno-sableuse ; Maureilhan [coll. Jacquemet] (dent crochue de Sparidé) ; marnes bleues de Nizas [coll. Jacquemet] (dent crochue). 3^o Tortonien. — Boujan, tranchée du chemin de fer [coll. J. Miquel] ; environs de Montpellier, même collection. Niveau indéterminé, Lunel-Vieil (Hérault) [Muséum, un fragment de dentition composé de petites dents] arrondies.

Trigonodon Oweni SISMONDA. Incisive, Helvétien. Loupian [coll. J. Miquel].

Sargus incisivus P. GERVAIS. Incisives, Tortonien, environs de Montpellier [coll. J. Miquel]. Cité par P. Gervais dans les calcaires et marnes de Castries (Burdigalien et Helvétien).

Sparidé? Mollasse marno-sableuse du chemin de la Bergerie de Perpignan à Loupian [coll. Jacquemet] ; dent terminée par une pointe émoussée dirigée en arrière ; en avant il y a une arête et en arrière une petite facette plane ; sur les faces latérales, très légères ondulations verticales. Cette dent a une vague ressemblance avec une dent d'*Ancistrodon*.

Labrodon pavimentatum? P: GERVAIS. Burdigalien. Boutonnet, [Muséum] (deux pharyngiens supérieurs; le type de l'espèce n'est connu que par le pharyngien inférieur). P. Gervais a figuré une plaque pharyngienne supérieure du Miocène de Castries (Zool. Pal. gén., p. 237, pl. XLVIII, fig. 1) en la comparant à *Egertonia*.

Labrodon multidentis MÜNSTER sp. Helvétien de Loupian [coll. J. Miquel]. Plaque pharyngienne inférieure.

Labridé ou *Sparidé indéterminé*. Miocène de Castries, plaque figuré par P. Gervais. Zool. Pal. gén., pl. XLVIII, fig. 2, p. 237.

Chætodon pseudorhombus P. GERVAIS. Helvétien, marnes bleues des environs de Montpellier [coll. Marcel de Serres (Sorbonne, Géologie)]; figuré par P. Gervais. Zool. Pal. Fr., pl. LXXIII, fig. 2, 1^{re} édition, Expl. Poiss. foss., p. 9; 2^e édition, p. 513 et p. 528.

Ephippus? sp. Helvétien de Poussan. Ossifications crâniennes figurées par P. Gervais. Zool. Pal. Fr., pl. LXVIII, fig. 34, 35, 35a, 1^{re} édition, Expl. Poiss. foss., p. 5; 2^e édition, p. 515 et p. 528. Pour M. Leriche il s'agit probablement d'*Orthagoriscus* sp. (voir la note de la page 224).

Diodon sp. Burdigalien. Castries (calcaires) [Muséum] et Boutonnet [Muséum]. Plaques masticatrices.

Vertèbres (*Chrysophrys*?). Helvétien, marnes bleues de Nizas, [coll. Jacquemet].

ÉLÉMENTS NOUVEAUX

Je citerai ici quelques débris du Miocène de l'Hérault que j'ai récemment étudiés :

Odontaspis contortidens AG. var. *acutissima* AG. M. J. Cotreau a recueilli aux Bréguines près Béziers, dans le Burdigalien, de petites dents, surtout antérieures, quelques-unes latérales supérieures, finement striées. On ne voit bien ces stries qu'à la loupe; elles ne vont pas jusqu'au sommet. Je rapporte ces dents à *Od. acutissima*, dont je fais une variété d'*Od. contortidens*; on ne peut les confondre avec les dents typiques de cette espèce où les stries très visibles et très nombreuses se prolongent jusque près du sommet du cône.

Les dents de Clansayes (Drôme), dont il est parlé plus haut (p. 218), appartiennent à cette variété¹. Il en est probablement de même de *Lamma lepida* P. GERVAIS des marnes helvétiques des environs de Montpellier.

Carcharias (Physodon?) sp. Helvétien. Castris, mollasse et marnes bleues (P. Gervais) [Muséum]. Dent oblique, mâchoire supérieure plate, assez large (fig. 8). C'est celle dont il est parlé dans la note de la page 224.

Lepidopidé? Saint-Chinian (arrondissement de Pons, Hérault), niveau indéterminé (Helvétien?) [Muséum]. Une dent allongée, pointue, émoussée, recourbée, plate d'un côté, légèrement bombée de l'autre. Sur ce dernier il y a un sillon profond allant jusque vers la pointe (fig. 9). Avec cette dent se trouvaient comme



FIG. 8. — *Carcharias (Physodon?)* sp., dent vue par la face interne, grandeur naturelle. Castris (Hérault), mollasse et marnes bleues. Miocène [Muséum]. P. Gervais.



FIG. 9. — *Lepidopidé?* dent vue sur ses deux faces, grandeur naturelle, Saint-Chinian (Hérault), Helvétien. Muséum.



FIG. 10. — Dents de Lépidopidés actuels pour la comparaison. Grandeur naturelle.

pièce de comparaison des dents de Poissons actuels où l'on voit que la base est arrondie (elle n'est pas conservée dans la dent de Saint-Chinian). Certaines de ces dents présentent à la base de leur bord plat un trou nourricier et les autres sur leur bord bombé un sillon profond comme la dent de Saint-Chinian (fig. 10). Sur ces dents de comparaison il paraît y avoir au sommet un petit chapeau arrondi, usé, d'une teinte un peu plus foncée et émaillé.

Il est probable que la dent de Saint-Chinian et celles de comparaison doivent être rapportées à des Poissons voisins de *Lepidopus* et autres Scombridés analogues². Même chose, sans doute

1. M. Leriche (*loc. cit.*, p. 341) réunit *Od. acutissima* à *Od. contortidens*, sous le nom d'*Od. acutissima* qui a la priorité dans l'ouvrage d'Agassiz.

2. La dent de Saint-Chinian était accompagnée de petits débris paraissant avoir appartenu à une petite vertèbre. Notre confrère, M. J. Miquel, a bien voulu m'écrire qu'à Saint-Chinian même il n'y a pas de Miocène; mais dans le canton de Saint-Chinian, on trouve des marnes helvétiques à Cruzy et à Montouliers.

pour une dent contournée provenant des marnes bleues de l'Helvétien de Nizas [coll. Jacquemet] ¹.

Scombridés. M. Cottreau m'a communiqué une dent trouvée dans l'Helvétien de Béziers et Boujan. Elle est triangulaire, comprimée ; la pointe manque. Il s'agit d'une dent de Scombridé et peut être du genre *Cybium*.

J'ai eu l'occasion aussi de voir un fragment intéressant recueilli par M. Mauche dans l'Helvétien de Mas du Fourques (marnes de Celleneuve). C'est le prémaxillaire et le dentaire d'un Poisson à dents coniques, non comprimées, lisses, pointues, légèrement recourbées en arrière et régulièrement espacées. Je rapporte ce débris à un Scombridé assez voisin du *Scombrinus* (*Cybium*) *macropomus* Ag. sp. de l'Éocène inférieur d'Angleterre.

PLIOCÈNE

J'ai déjà donné une liste des débris des Poissons fossiles du Pliocène de Montpellier (sables marins, Astien ²). Je parlerai ici de deux Poissons de ces couches et je citerai aussi une dent de *Carcharias* (*Aprionodon*) sp. (fig. 11).



FIG. 11. — *Carcharias* (*Aprionodon*) sp., dent inférieure vue par la face interne, grandeur naturelle, Montpellier (Hérault), sables marins, Pliocène (Muséum (cat. 1877-726)).

Dentex sp. P. Gervais ³ en 1877, annonça la découverte dans le Pliocène de Montpellier, par M. Reynès, de deux os incisifs, l'un droit, l'autre gauche, d'un *Dentex* de forte taille et figura l'un d'eux, le prémaxillaire droit (dans la planche donnée par P. Gervais, la figure est retournée). Cette

1. Pour l'Aquitaniens de l'Hérault, j'ajouterai à ce que j'en ai signalé en 1901, que le gisement de l'Aquitaniens supérieur (marnes à Cérithes et à lignites) de Foncaude, près Caunelle, a fourni (coll. Ph. Thomas, Muséum) *Myliobatis* sp. (débris de chevrons) *Od. cuspidata* et *Od. contortidens*. Les marnes jaunes supérieures aux marnes bleues de la Gaillarde-Belus, et qui sont peut-être le début du Burdigalien, contiennent les deux dernières espèces (même collection). M. LERICHE (Sur la faune ichthyologique de l'Aquitaniens marin des environs de Montpellier, *C. R. Ass. Franç. avanc. Sciences, Congrès de Lyon*, t. XXXV, 1906, p. 352-356, pl. III) a signalé dans les marnes aquitaniennes de l'École d'Agriculture de Montpellier *Rhinoptera* sp., *Oxyrhina* sp. (forme naine) et *Oolithus* (*Scienidarum*) *Mauchi* n. sp.

2. Tous ces fossiles se trouvent dans les collections du Muséum, sauf *Lamna* sp., *Acipenser* sp. (coll. Marcel de Serres), *Labrodon pavimentatum* P. Gervais (le type est au Muséum de l'Université de Montpellier), et des vertèbres de Téléostomes. J'ai trouvé à l'École des Mines [coll. de Verneuill], une dentition inférieure de *Myliobatis meridionalis* P. Gervais, et dans la coll. Miquel des dents d'*Oxyrhina hastalis* Ag. des sables pliocènes de Montpellier. M. Leriche a signalé dans les sables pliocènes de Montpellier *Carcharias* (*Prionodon*) sp. (mémoire cité sur les Poissons des terrains néogènes du bassin du Rhône, p. 344). Il a donné le nom de *Chrysophrys Gervaisi* n. sp. à des mâchoires du même gisement, figurées par P. Gervais (*loc. cit.*, p. 347-349, fig. 2).

3. *Journal de Zoologie*, t. VI et dernier 1877, en note de la page 179, figure 1 et 1a de la pl. VI.

pièce, remise par M. Henri Gervais, se trouve maintenant au Muséum où j'ai pu l'étudier [coll. Muséum, 1908-4].

Ce prémaxillaire droit a environ 12 cm. de longueur¹. Quelques dents coniques sont conservées. Elles sont inégales ; en avant il y en a une particulièrement forte qui était précédée d'une autre plus petite dont il ne reste que l'alvéole. - Vers le dedans on voit les alvéoles de quatre rangées de dents ; leurs dimensions vont en décroissant vers l'arrière ; les plus grandes se trouvent à la partie tout à fait interne. La face externe de l'os est lisse avec un sillon le long du bord alvéolaire. Je figure ici cet os vu de profil (face externe) et par la face alvéolaire (fig. 12 et 13).

Vertèbre de Xiphiidé. P.

Gervais² a cité la présence dans les sables de Montpellier d'une vertèbre de Poisson d'un genre voisin de *Xiphias* (Espadon), mais non identique. Cette vertèbre, dit Gervais, est en forme de clepsydre un peu déprimée et fortement excavée à ses deux extrémités.

En avant et en arrière elle s'élargit de chaque côté de la cavité articulaire et son corps est un peu excavé en-dessous. L'apophyse épineuse manque ; il n'y a pas d'apophyse transverse. La longueur totale de cette vertèbre est 0 m. 070 et sa longueur en avant de 0 m. 060 ; le milieu mesure 0 m. 040 de large, la face postérieure 0 m. 054. Elle

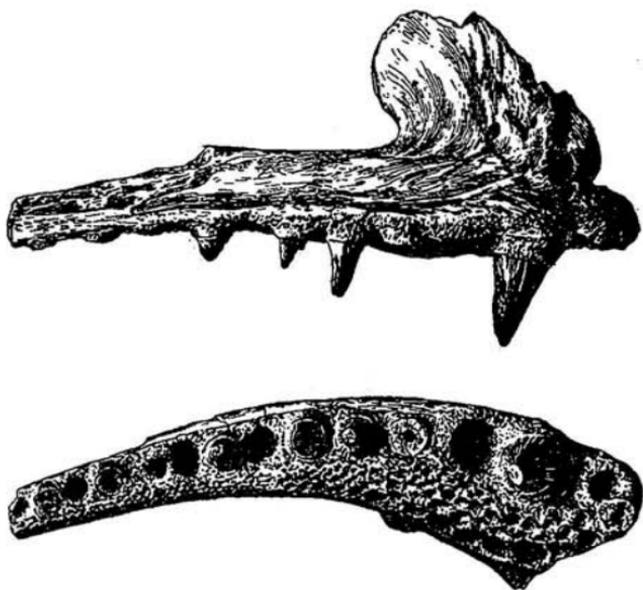


FIG. 12-13. — *Dentex* sp. Prémaxillaire droit vu par la face alvéolaire et de profil, aux 2/3 de la grandeur. Montpellier (Hérault), sables marins, Pliocène, [Muséum.]

1. L'os était primitivement plus long et avait près de 13 cm. ; une partie postéro-supérieure qu'on voit sur la figure 1a de la planche vi manque aujourd'hui sur la pièce, où l'on voit à cet endroit des traces de colle.

2. Zoologie et Paléontologie générales, 1869, p. 235.

appartient à la partie antérieure. Gervais remarque aussi que cette

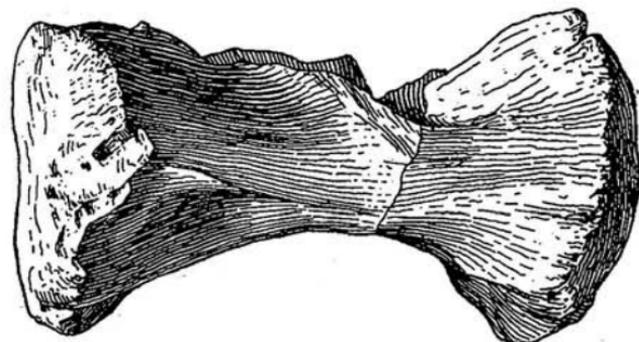
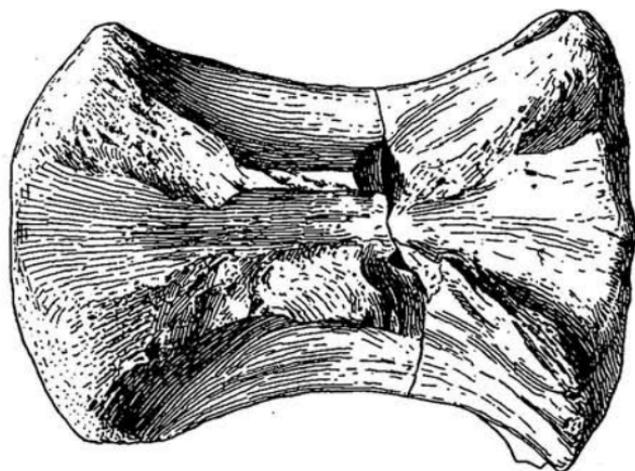


FIG. 14-16. — Vertèbre de Xiphiidé, vue de dessus, de profil et de face, grandeur naturelle. Montpellier (Hérault). Sables marins. Pliocène [Muséum].

Basel, vol. livraison 4, 1857, p. 555-567. Un moulage de ce rostre se trouve au Muséum (1871-361). L'original est au musée de Soleure.

3. P. J. VAN BENEDEN. Recherches sur quelques Poissons fossiles de Belgique *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 2^e s., t. XXXI, p. 494-498, pl. I et II, fig. 1-2.

vertèbre se distingue de celles des *Xiphias*, plus grêles et de forme un peu différente. Il n'avait pas figuré cette vertèbre. Je la figure ici (fig. 14-16). Elle se trouve dans la collection du Muséum sous le nom d'*Encheiziphius?* (*Brachyrhynchus*¹?).

L'explication de cette désignation est la suivante : Rüttimeyer avait reçu un rostre trouvé dans les sables pliocènes de Montpellier

et l'avait regardé comme ayant appartenu à un Cétacé xiphioïde ; il l'avait appelé *Encheiziphius teretirostris*². Plus tard P. J. Van Beneden rapporta ce rostre à un genre de Xiphiidé qu'il appela *Brachyrhynchus*³

1. Elle porte une étiquette avec ces mots : « Les sablières du Cros d'aabiooû, Montpellier » suivis de chiffres en partie illisibles.

2. L. RÜTMEYER. Ueber *Encheiziphius*, ein neues Cetaceen-Genus *Verhandl. der naturforsch. Ges.*

et il le regarda comme identique à un autre rostre trouvé dans le crag d'Anvers. Il leur donne le nom de *Brachyrhynchus teretirostris*.

Je crois qu'on peut seulement dire de la vertèbre du Muséum qu'elle appartient à un genre de Xiphiidé.

IV. TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DU SUD-OUEST

Les terrains tertiaires du Sud-Ouest ont été l'objet autrefois, au point de vue ichthyologique, des travaux de Pédroni et de Delfortrie ¹. P. Gervais a fait connaître aussi dans sa Zoologie et Paléontologie françaises et sa Zoologie et Paléontologie générales, quelques Poissons fossiles de la région de Bordeaux. Depuis les travaux ont été peu nombreux. On trouvera ici l'indication de nombreux gisements de types connus, et celle de quelques éléments nouveaux ².

ÉLASMOBRANCHES

Squatina sp. dents. Helvétien supérieur, Salles (Gironde) appelé par Delfortrie *Cestracion*? Il en cite aussi dans le Burdigalien de Saucats, Cestas, Léognan (Gironde).

Pristis aquitanicus DELFORTRIE. Léognan (Gironde). Dents rostrales. Léognan (Gironde), mollasse ossifère, Burdigalien inférieur.

Raja sp. dents et boucles. 1° Burdigalien : Léognan, Saucats, Cestas (Gironde). 2° Helvétien supérieur : Salles.

Myliobatis micropleurus AG. Dentition. 1° Aquitanien supérieur ou Burdigalien : Mérignac (il y a Mérignac inférieur aquitanien et Mérignac supérieur burdigalien) ; 2° Burdigalien : Saucats (d'après Gervais).

Myliobatis dimorphus DELFORTRIE. Plaque dentaire inférieure. Burdigalien inférieur, mollasse ossifère de Léognan.

1. P.-M. PÉDRONI. Mémoire sur les Poissons fossiles du département de la Gironde (*Actes. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XIII, 1815, Ext., 25 p., 2 pl.). — E. DELFORTRIE. Les broyeurs du Tertiaire aquitanien (*id.*, t. XXVIII, 1871, Ext., 27 p., pl. ix-xii). — Les Sparoides du terrain aquitanien (*id.*, t. XXIX, 1873, p. 79-86, pl. 1). Sur quelques dents de forme singulière provenant des faluns de Saucats (Gironde), (*id.*, t. XXXI, 1875, extr., 2 p., fig. 1-5), voir aussi *Journal de Zoologie*, t. V, 1876, p. 330-331. — Étude sur le genre *Notidanus*; *Notidanus Thevenardi* (*id.*, t. XXXIIX, 1878, extr., 3 p., 4 fig.).

2. Notre confrère, M. E. Fallot, a bien voulu me donner d'importants renseignements sur le niveau géologique de divers gisements.

Myliobatis funiculatus DELFORTRIE. Plaque dentaire supérieure, Burdigalien, faluns, Léognan.

Myliobatis leognanensis DELFORTRIE. Plaque dentaire inférieure. Burdigalien inférieur, mollasse ossifère, Léognan.

Myliobatis microrhizus DELFORTRIE. Plaque dentaire supérieure. Burdigalien inférieur, mollasse ossifère. Léognan. Une plaque dentaire supérieure, de cette provenance, se trouve dans la collection paléontologique du Muséum (1870-2, M. Delfortrie) sous le nom de *M. suturalis* (espèce d'Agassiz).

Myliobatis sp. Chevrans détachés. 1° Aquitanien : Saint-Géours-en-Maremmes (Landes), au Sud de Dax [École des Mines]; 2° Burdigalien : Rimbez (Landes), la Réole (Gironde) [Musée d'Agen¹]. 3° Helvétien : Sallespisse (Basses-Pyrénées) [coll. Priem].

Myliobatis girondicus PÉDRONI. Aiguillon. L'espèce est citée par Pédroni dans le Burdigalien supérieur de Saucats et P. Gervais lui rapporte sans doute une plaque supérieure de *Myliobatis* provenant de Saucats [coll. Michelin]. Marnes helvétiques de Clermont (Landes) [coll. Savin]; un piquant avec deux sillons latéraux et une carène inférieure (rapports avec *M. canaliculatus* Ag); un piquant très usé, de la même collection, appartient peut-être à la même espèce.

Myliobatis sp. Aiguillon. Burdigalien inférieur, mollasse ossifère, Léognan (Delfortrie).

Rhinoptera (Zygobates) sp., chevrons isolés. Burdigalien : Léognan [Muséum, M. Michaut, 1841], Saint-Paul-les-Dax [Muséum], Dax (Landes), Muséum [coll. Michaut] : deux chevrons épais et un fragment d'aiguillon, sous le nom de *Z. Studeri* Ag.; Dax [Muséum], fragments d'aiguillons très roulés et deux chevrons.

Aëtobatis arcuatus Ag. Burdigalien inférieur, mollasse ossifère, Léognan [Muséum, 1870-2, M. Delfortrie] chevron dentaire sur gangue.

Aëtobatis Omaliusi LE HON (= *A. angulatus* DELFORTRIE). Burdigalien, La Réole [Musée d'Agen], trois plaques dentaires à chevrons arqués.

Notidanus primigenius Ag. Dents. 1° Aquitanien supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot], une dent de la mâchoire supérieure (fig. 17). 2° Burdigalien : Saint-Médard-en-Jalle (Gironde); Burdigalien inférieur [Musée d'Agen]; La Réole [Musée

1. C'est grâce à notre confrère, René Fourtau, que j'ai pu étudier un certain nombre de restes de Poissons fossiles du Musée d'Agen.

d'Agen]; Saint-Paul-lès-Dax [Muséum]; Léognan, [coll. Bourdot], dents antérieures de la mâchoire supérieure (fig. 18); Pont-Pourquey (Gironde), Burdigalien supérieur [même collection], dent de la mâchoire inférieure (fig. 19); Saucats, Burdigalien supérieur [coll. Michelin], Muséum. 3° Helvétien : Sallespisse (Basses-Pyrénées) [coll. Priem].

Notidanus Thevenardi DELFORTRIE. Dents. Burdigalien inférieur, Saint-Médard-en-Jalle.

Ginglymostoma Delfortriei DAIMERIES. Dents. Miocène de Bordeaux¹.

Odontaspis cuspidata AG. sp. Dents. 1° Aquitanien : Sos (Lot-et-Garonne) [Musée d'Agen]; Saint-Géours-en-Maremmes (Landes),



FIG. 17. — *Notidanus primigenius* Ag., dent de la mâchoire supérieure vue par la face interne, grandeur naturelle, Mérignac (Gironde), Aquitanien supérieur ou Burdigalien [coll. Bourdot].



FIG. 18. — *Notidanus primigenius* Ag., dent médiane de la mâchoire supérieure, vue par la face externe, grandeur naturelle, Léognan (Gironde), Burdigalien [coll. Bourdot].



FIG. 19. — *Notidanus primigenius* Ag., dent de la mâchoire inférieure, vue par la face interne, grandeur naturelle, Pont-Pourquey (Gironde), Burdigalien supérieur [coll. Bourdot].

[École des Mines]; Aquitanien ou Burdigalien : Villeneuve-de-Marsan (Landes), nombreuses dents [Musée d'Agen]; Aquitanien supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot]. 2° Burdigalien : La Réole [Musée d'Agen]; Saint-Médard-en-Jalle, Burdigalien inférieur [Musée d'Agen]; Léognan [coll. Bourdot]; Saint-Paul-lès-Dax [coll. d'Orbigny, Muséum]; Dax [Muséum, en particulier coll. abbé Lambert]; Heugas, près Dax, marnières de Bendoy, Burdigalien ? [Muséum]. 3° Helvétien : Clermont (Landes) [coll. Savin]. Salles [coll. A. de Grossouvre]; Bastennes (Landes) [coll. d'Orbigny et cat. 38, Muséum et coll. Fortin de Rouen]; Narrosse (Landes) [coll. Boistel]; Sallespisse (Basses-

¹, Daimeries appelle ainsi des dents rapportées par Delfortrie à *Sargus serratus*, espèce de P. Gervais (A. DAIMERIES. Notes ichthyologiques, n° V, *Ann. Soc. malac. Belgique*, t. XXIV, 1889. P.-V., pl. XL). Delfortrie était tenté d'attribuer à des dents semblables certaines stries et entailles d'ossements de Cétacés trouvés à Léognan (Les ossements entaillés et striés du Miocène aquitanien, *Actes Soc. linn., Bordeaux*, t. XXVII, 1869, p. 261-262, pl. XIV). Delfortrie dit qu'il a recueilli ces dents de « *Sargus serratus* » dans le Miocène, mais il n'en indique pas la localité.

Pyrénées) [coll. Priem] (j'en désigne certaines comme *Od. aff. cuspidata*).

Odontaspis contortidens Ag. Dents. 1° Aquitaniens supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot]; Villeneuve-de-Marsan [Musée d'Agen]. 2° Burdigalien; La Réole [Musée d'Agen]; Dax [Muséum]. 3° Helvétien : Clermont [coll. Savin]. Bastennes [coll. d'Orbigny et cat. 35, Muséum]. Niveau indéterminé, Miocène? Martignan (Haute-Garonne) [Muséum, M. Denis, 1847]. Dents douteuses d'*Odontaspis* ou de *Lamna*. 1° Burdigalien; Dax [Muséum, M. Michaut]; La Réole, Saint-Médard-en-Jalle [Musée d'Agen]; Rimbez, Burdigalien [Musée d'Agen¹]; Bastennes, Helvétien [coll. d'Orbigny, Muséum].

Oxyrhina Desori Ag. Dents. 1° Oligocène inférieur : Laroque de Tau (Gironde) « calcaire grossier » [Muséum]. 2° Aquitaniens ou Burdigalien : Villeneuve-de-Marsan, (Landes) [Musée d'Agen]; Aquitaniens de Saint-Géours-en-Maremmes [École des Mines], dent douteuse. 3° Burdigalien : La Réole [Musée d'Agen]; Saint-Médard-en-Jalle, Burdigalien inférieur [Musée d'Agen]; Léognan, [coll. Bourdot]; faluns des Landes, [Muséum M. Michaut]; Landes, Miocène [Muséum]; Heugas, près Dax, marnière de Bendoy, Burdigalien? [Muséum]². Niveau indéterminé : Bordeaux, Miocène [coll. Fortin de Rouen]; Gave d'Oloron (Basses-Pyrénées), Miocène [Muséum].

Oxyrhina hastalis Ag. Dents. 1° Burdigalien : La Réole (Gironde) et Garrey (Landes) [Musée d'Agen]; Saint-Paul-les-Dax [coll. d'Orbigny, Muséum]; marnières des environs de Dax [M. Michaut, Muséum]; Dax, [coll. Ch. Janet]; Landes, Miocène [Muséum (M. Michaut et d'autres, sans désignation de donateur)]; 2° Helvétien : Clermont (Landes) [coll. Savin]. Salles [coll. A. de Grossouvre]; Bastennes [coll. d'Orbigny Muséum]. Agassiz cite aussi (sous le nom d'*O. xiphodon*) Castelnau (Landes), Burdigalien? (Rech. Poiss. foss., III, 1843, p. 278, coll. Brongniart), et le Dr A. Woodward cite le Miocène de Lot-et-Garonne (*loc. cit. part*, p. 388).

1. Ces dents, sauf celles de Rimbez, ont, pour la plupart, des rapports avec *Lamna macrota* Ag. sp. de l'Éocène. Le Dr A. S. Woodward cite au British Museum une dent de *L. macrota* qui est dite provenir de Dax (*loc. cit.*, part. I, p. 403). Pédroni cite à Saint-Médard, Léognan, Caupian (Burdigalien), *L. elegans* (il s'agit probablement d'*Od. contortidens*). Il cite aussi à Léognan et Caupian (Gironde) *Lamna crassidens* Ag., espèce éocène.

2. Notre confrère M. J. Welsch m'a communiqué des dents d'*Odontaspis cuspidata* et d'*Oxyrhina Desori* appartenant à l'Université de Poitiers, et provenant de Mont-de-Marsan, carrière de Fatigue.

Oxyrhina sp. Dents. 1° Aquitaniens supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot]. 2° Burdigalien : Saint-Médard-en-Jalle, [Musée d'Agen]. 3° Helvétien : Sallespisse [coll. Priem].

Carcharodon megalodon Ag. dents. 1° Sommet de l'Oligocène inférieur, calcaire à Astéries, Lormont (Gironde) [coll. Gevrey]. 2° Burdigalien : La Réole [Musée d'Agen]; Dax [M. Michaut, Muséum]; Sos (Lot-et-Garonne) [Musée d'Agen]. 3° Helvétien : Clermont [coll. Savin]; Bastennes [coll. d'Orbigny, Muséum]; Narrosse [coll. d'Orbigny, Muséum]; Malthe (Basses-Pyrénées), Helvétien [coll. Gevrey (pl. VII, fig. 8)]. Niveau indéterminé. Cazaubon (Gers), Muséum; Gave d'Oléron, Miocène [Muséum] (une dent porte : M. Laurencet, 1868).

Le Dr A. S. Woodward signale aussi l'espèce (*loc. cit. part.*, p. 418) à Sansan (Gers), Miocène (limite entre le Burdigalien et l'Helvétien, d'après A. de Lapparent).

Carcharodon aff. *megalodon* Ag. Burdigalien : Léognan [coll. Bourdot].

Carcharodon angustidens Ag. Dents. 1° Sommet de l'Oligocène inférieur, calcaire à Astéries, Lormont [coll. Gevrey (pl. VII, fig. 7)]. 2° Aquitaniens : Saint-Géours-en-Maremmes [École de Mines]. 3° Burdigalien : La Réole, Barsac (Gironde) [Musée d'Agen]; Dax [M. Michaut, Muséum]; Sos (Lot-et-Garonne), [Musée d'Agen]. Niveau indéterminé : environs de Ranzan (Gironde), Miocène [Muséum]; Montcarret (Dordogne, arrondissement de Bergerac) [Muséum]; Gave d'Oléron (Basses-Pyrénées), Miocène [Muséum].

Galeocerdo aduncus Ag. Dents. 1° Aquitaniens ou Burdigalien : Villeneuve-de-Marsan [Musée d'Agen]; Aquitaniens de Saint-Géours-en-Maremmes [École des Mines]. 2° Burdigalien : Saint-Médard-en-Jalle, Burdigalien inférieur [Musée d'Agen]; La Réole, [même Musée]; Léognan [coll. Bourdot]; marnières des environs de Dax [M. Michaut, Muséum]; Heugas près Dax, marnières de Bendoy (Burdigalien ?) [Muséum]. 3° Helvétien : Clermont, [coll. Savin]. Niveau indéterminé : Martignan (Haute-Garonne), Miocène [Muséum].

Hemipristis serra Ag. Dents. 1° Burdigalien : Saint-Médard-en-Jalle, Burdigalien inférieur [Musée d'Agen]; La Réole [même Musée]; Léognan [coll. Bourdot].

Pour le Dr A. S. Woodward (*loc. cit. part. 1*, p. 449), *Oxyrhina cyclodonta* PÉDRONI de Léognan est peut-être *Hemipristis serra*.

Sphyrna prisca AG. Dents. 1° Aquitaniens supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot]. 2° Burdigalien : La Réole, [Musée d'Agen].

Vertèbres. 1° Burdigalien : La Réole (vertèbres de Squalés), [Musée d'Agen]; Dax (vertèbre de *Rhinoptera*, d'après Hasse), [M. Michaut, Muséum]. 2° Helvétien, Clermont [coll. Savin] deux vertèbres de *Galeocерdo*. Sallespisse (Basses-Pyrénées) [coll. Priem], une petite vertèbre de Squalé.

D'après une note manuscrite de M. Brochon, en ma possession, il y aurait au Musée de Bordeaux des vertèbres de Squalés de la mollasse de Léognan.

HOLOCÉPHALES.

Dipristis chimæroides P. GERVAIS. Aiguillon dorsal, Léognan, Burdigalien (Zool. Pal. gén., 1867-69, p. 240-242, pl. XLIX, fig. 5, 5a, 5b, 5c) [Muséum, moulage du type].

TÉLÉOSTOMES

Pimelodus Sadleri HECKEL. Piquants dorsaux, Helvétien de Salles¹.

Trichiurides miocænus DELFORTRIE. Dents. Burdigalien de Saucats.

Sargus incisivus P. GERVAIS. Incisives. Burdigalien : La Réole (Gironde) et Rimbez (Landes) [Musée d'Agen].

Sargus aquitanicus DELFORTRIE, Incisives. 1° Burdigalien : Saucats, Léognan. 2° Helvétien : Salles.

Chrysophrys cincta AG. sp. Dents. Burdigalien : Léognan, [coll. Bourdot].

Chrysophrys sp. 1° Aquitaniens supérieur ou Burdigalien : Mérignac [coll. Bourdot]; Aquitaniens de Saint-Géours-en-Maremmes, [École des Mines]. 2° Burdigalien : Mollasse ossifère de Léognan, Burdigalien inférieur [M. Delfortrie, Muséum]; Saucats [coll. Michelin, Muséum]; La Réole [Musée d'Agen]; Rimbez (Landes) [Musée d'Agen], (dents arrondies et fragment de mâchoire).

Des dents et autres débris de Sparidés sont signalés par Delfortrie à Léognan, Pont-Pourquy près Saucats, Cestas (Burdigalien), Salles (Helvétien).

1. M. LERICHE. *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, t. XXX, 1901, p. 166-168, pl. v, fig. 19.

Pagrus oudrianus DELFORTRIE. Maxillaire supérieur. Burdigalien inférieur : Saint-Médard-en-Jalle [moulin de Caupian] (Gironde).

Pagellus aquitanicus DELFORTRIE. Dents isolées. Léognan, Saucats (Burdigalien), Salles (Helvétien).

Labrodon sp. Pharyngien inférieur. Rimbez (Burdigalien) [Musée d'Agen].

Labrodon Gaudryi SAUVAGE. Pharyngiens inférieurs (type). Burdigalien de Dax [Muséum].

Diodon (Gymnodus) monseguriensis DELFORTRIE sp. Delfortrie avait fondé un genre nouveau *Gymnodus* pour des plaques dentaires de *Diodon*, dont les feuilletts isolés sont désignés par les carriers sous le nom d'*ongles de mort*. Oligocène inférieur, Sannoisien de Monségur (Gironde).

Diodon heterodon DELFORTRIE sp. (= *G. diodon* DELFORTRIE). Plaques dentaires. Aquitanien, Saint-Géours-en-Maremmes, [École des Mines]. Delfortrie cite diverses localités : Cubzac (calcaire à Astéries), Villenave-d'Ornon et Léognan (mollasse ossifère, Burdigalien inférieur), Monségur, Sainte-Germaine, Roquebrune, Saint-Sulpice de Guilleragues.

Diodon sp. Plaques dentaires : 1° Burdigalien, Léognan, mollasse ossifère, Burdigalien inférieur [M. Delfortrie, 1870-2, Muséum]; La Réole [Musée d'Agen]; Dax (marnières des environs de). [Muséum (coll. Michelin et cat. 32)]. 2° Helvétien, château de Salles [Muséum].

Otolithus (Gadus) tenuis KOKEN. Niveau indéterminé, Bordeaux (*Zeitsch. der deutsch. geol. Ges.*, 1891, p. 92, pl. IV, fig. 3, 3a).

Vertèbres. — 1° Oligocène supérieur ou Miocène inférieur, La Milloque (Lot-et-Garonne) [Musée d'Agen]. 2° Burdigalien, Pont-Pourquey [coll. Bourdot]. Rimbez [Musée d'Agen]. 3° Helvétien, Sallespisse [coll. Priem].

ÉLÉMENTS NOUVEAUX.

Je puis ajouter aux espèces précédentes les éléments suivants non encore signalés dans les terrains tertiaires supérieurs du Sud-Ouest.

Myliobatis meridionalis P. GERVAIS. Sort (Landes), marnière de Cavalerie, Helvétien [École des Mines].

M. Henri Douvillé m'a communiqué une dentition inférieure de

Myliobatis fortement usée en avant (fig. 20). On voit cinq chevrons médians et en outre, en avant, les traces de deux chevrons et, à l'arrière, la trace d'un autre. Ces chevrons sont concaves vers l'arrière au lieu d'être convexes vers l'arrière, comme chez la plupart des *Myliobatis*. La plaque est légèrement déprimée en son milieu. Les chevrons médians sont finement striés de stries obliques. Les chevrons latéraux sont obliques et plus longs que larges. On en voit quatre séries.

Longueur totale de la pièce (sens antéro-postérieur) 55 mm.

Largeur totale 48 mm.

Les chevrons médians ont une longueur de 5 mm. et une largeur de 35 mm. ; le rapport de la largeur à la longueur est de 7. Les chevrons latéraux ont une longueur de 7 mm. et une largeur de 3 mm.

Par la forme des chevrons médians convexes en avant, concaves vers l'arrière, et celle aussi des chevrons latéraux, cette pièce se rapproche beaucoup de *Myliobatis meridionalis* P. GERVAIS, et c'est à cette espèce que je la rapporte.

Il faut probablement aussi rapporter à cette espèce une belle dentition plate (dentition inférieure) de l'Aquitainien de Barsac, conservée au Musée d'Agen. Elle rappelle *M. crassus* P. GERVAIS, espèce fondée

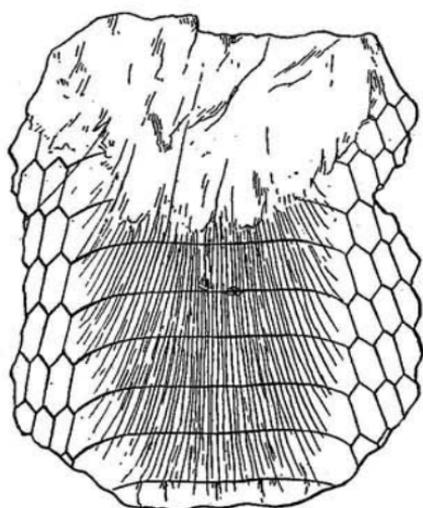


FIG. 20. — *Myliobatis meridionalis* P. GERVAIS, dentition inférieure, grandeur naturelle, Sort (Landès), Helvétien [coll. École des Mines].

pour de grands individus de *M. meridionalis*. Sous le nom de *M. angustidens* SISMONDA, figure une dentition du Burdigalien de Saucats ou de Léognan (l'étiquette porte ces deux noms) [coll. Michelin, Muséum]. Elle paraît être par sa forme bombée une dentition supérieure (pl. VII, fig. 1). L'espèce a été fondée pour une dentition inférieure du Pliocène de Toscane où les chevrons sont environ dix fois aussi larges que longs et les dents latérales plus longues que larges, quelquefois obliques; chez *M. angustidens* le rapport de la largeur à la longueur pour les chevrons médians est de 9 environ; au contraire, dans la plaque du Muséum, ce rapport est d'un peu plus de 5 et la convexité très faible de ces chevrons paraît être tournée en avant comme

chez *M. meridionalis*; c'est de cette espèce que nous rapprocherons cette dentition sous le nom de *M. aff. meridionalis*.

Ginglymostoma sp. J'ai trouvé dans la collection Bourdot une dent incomplète provenant de Mérignac (Aquitanien ou Burdigalien); je la rapporte à une Roussette du genre *Ginglymostoma*. On a vu plus haut que ce genre a d'ailleurs été signalé déjà dans le Miocène de Bordeaux (*G. Delfortriei* DAIMERIES).

Oxyrhina crassa AG. Burdigalien de Dax [M. Michaut, Muséum (pl. VII, fig. 6)].

Une dent de cette provenance est attribuée à cette espèce très robuste, répandue dans le Tertiaire supérieur de la vallée du

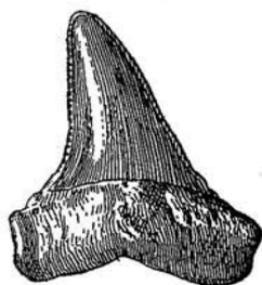


FIG. 21. — *Carcharodon subserratus* AG., dent vue par la face interne, gr. nat., Dax (Landes), Burdigalien [Muséum].



FIG. 22. — *Carcharias (Prionodon)* sp., dent vue par la face externe, grandeur naturelle, Mérignac (Gironde). Aquitanien supérieur ou Burdigalien [coll. Bourdot].



FIG. 23. — *Carcharias (Prionodon?)* sp. dent inférieure vue par la face externe, grandeur naturelle. Dax (Landes) Burdigalien [Muséum].

Rhin, de Belgique, d'Italie. Pour M. Leriche *O. crassa* d'Agassiz n'est qu'une dent antérieure de la mâchoire inférieure d'*O. hastalis*¹.

Carcharodon subserratus AG. (= *C. Escheri* AG.), Burdigalien de Dax [M. Michaut, Muséum (fig. 21)].

Il s'agit d'une dent à denticulations très peu marquées, mais cependant incontestables, sur les bords. D'après une indication écrite sur le carton, Albert Gaudry regardait cette détermination comme douteuse et M. F. Bassani, comme juste. On sait que l'espèce *C. subserratus* a été fondée pour des dents de l'Éocène de Sheppey et de Kressenberg, et l'espèce *C. Escheri* pour des dents de la mollasse suisse et de Kressenberg. Le Dr A. S. Woodward réunit les deux espèces (*loc. cit.*, I, p. 411).

1. M. LERICHE. Les Poissons oligocènes de la Belgique. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, t. V, 1910, p. 283.

Carcharias (*Aprionodon*) sp. J'ai trouvé dans la collection Bourdot des dents provenant de Mérignac (Aquitaniens supérieur ou Burdigalien) et qui doivent être rapportées à ce genre. Une de ces dents est droite (mâchoire inférieure), deux autres obliques (mâchoire supérieure). Il y a aussi de ces dents de *Carcharias* (*Aprionodon*) dans l'Aquitaniens de Saint-Géours-en-Maremmes, [École des Mines].

Carcharias (*Prionodon*) sp. La même collection Bourdot renfermait des dents provenant du même gisement, obliques finement crénelées sur les bords et que je rapporte au sous-genre *Prionodon* (fig. 22).

Il faut peut-être rapporter au même sous-genre une dent du Burdigalien de Dax [M. Michaut, Muséum, fig. 23], incomplète et portant cette indication: « genre nouveau voisin du genre *Glyphis* ». Ce genre d'Agassiz répond au sous-genre *Prionodon*. La dent en question est bombée sur ses deux faces, et vers le sommet les bords deviennent tranchants et s'élargissent (cela se voit surtout d'un côté). Cette dent ressemble à une dent inférieure de *Carcharias* (*Aprionodon*) sp.

Galeus sp. Des dents du gisement de Mérignac (Aquitaniens supérieur ou Burdigalien) [coll. Bourdot] doivent être attribuées à ce genre de Squales.

Ces dents de *Galeus* comme celles de *Carcharias* (*Aprionodon*) ressemblent tout à fait à celles des mêmes genres que j'ai déjà figurées pour d'autres gisements.

Otolithus (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Miocène de Bordeaux [Muséum]¹.

Otolithus (*Sciænidarum*) *Corii* SCHUBERT, var. *Cossmanni* PRIEM. Helvétien de Sallespisse (Basses-Pyrénées)².

Otolithus (*Sciænidarum*) *pyrenaicus* PRIEM. Helvétien de Sallespisse (Basses-Pyrénées)³.

Avec beaucoup de doute j'attribue à un Scombridé, du genre *Cybius* deux dents plates, mal conservées, recueillies dans l'Aquitaniens de Saint-Géours-en-Maremmes [École des Mines].

1. *B.S.G.F.*, (4), XI, 1911, p. 41-42, fig. 4.

2. *Id.* p. 42-43, fig. 5 et 6.

3. *Id.* p. 43-44, fig. 7.

NOTE AJOUTÉE PENDANT L'IMPRESSION

Miocène du bassin du Rhône.

M. J. Cottreau m'a communiqué les éléments suivants :

Carry (Bouches-du-Rhône), Aquitainien, *Galeocерdo aduncus* Ag. Couches sableuses dans un banc à *Ostrea cf. hyotis*. Aquitainien supérieur à l'Ouest de Sausset (Bouches-du-Rhône), *Odontaspis contortidens* Ag. sp.

Le Rouveau près Sausset (B.-du-R.), Burdigalien, fragments de chevrons d'*Aëtobatis* et de *Myliobatis* sp.

Sausset, au Grand Nid, poudingue helvétique, dent de *Chryso-phrys*, sp.

M. J. Welsch m'a communiqué divers fossiles appartenant à l'Université de Poitiers :

Les Angles (Gard), Burdigalien, *Odontaspis cuspidata* Ag. sp., *Od. contortidens* Ag., *Oxyrhina hastalis* Ag. *Oxyrhina* sp. ?; *Lamna* aff. *macrota* Ag. sp., *Carcharodon angustidens* ? Ag., *Galeocерdo aduncus* Ag., dents de Sparidés (*Chryso-phrys* ? sp.).

Clérieux près Romans et Saint-Restitut près Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), Burdigalien ? *Odontaspis cuspidata* Ag., sp.

Saignon près d'Apt (Vaucluse), Burdigalien, *Odontaspis contortidens* Ag.

Barbentanne (B.-du-R.), Helvétique (ou plutôt Burdigalien supérieur). *Carcharodon megalodon* et *C. angustidens* Ag.

Cucuron (Vaucluse), Tortonien ? *Oxyrhina Desori* Ag.

Niveau non indiqué : Mollasse d'Avignon (Vaucluse), fragment de *Notidanus primigenius* Ag. Vers, arrondissement d'Uzès (Gard), *Carcharodon megalodon* et *C. angustidens* Ag.

SUR DES OTOLITHES ÉOCÈNES DE FRANCE ET D'ANGLETERRE

PAR **F. Priem** ¹.

M. J. Cottreau et M. E. de Boury m'ont confié des otolithes de Poissons éocènes de France et d'Angleterre.

I. ÉOCÈNE DE BRETAGNE

OTOLITHES DU BOIS-GOUËT. — *Otolithus* (*Percidarum*) *Cottreai* n. sp. — J'ai déjà eu l'occasion d'étudier des otolithes de l'Éocène moyen (Lutétien) du Bois-Gouët (Loire-Inférieure). J'y ai reconnu les deux espèces suivantes qui ont été figurées ² : *Otolithus* (*Serranus*) *Bourdoti* PRIEM et *Otolithus* (*Percidarum*) *concauus* PRIEM. La première espèce se retrouve dans le Lutétien de Chaussy (Seine-et-Oise) et une forme voisine dans le Lutétien de Fercourt près Mouchy-le-Châtel (Oise); la seconde espèce se présente dans l'Yprésien supérieur d'Hérouval (Oise)³.

M. Leriche a signalé aussi, dans l'Éocène du Bois-Gouët, *Otolithus* (*Percidarum*) *Kokeni* LERICHE⁴, espèce du Lutétien de Belgique et de celui de Mouchy-le-Châtel et dont une forme voisine a été trouvée à Fercourt⁵.

M. J. Cottreau m'a communiqué un otolithe du Bois-Gouët ici figuré (fig. 1-2). C'est un otolithe gauche ayant pour longueur 3 mm. 5, largeur 2 mm. 5 et épaisseur 1 mm. Le rostre et l'antirostre sont peu marqués; sur la face interne convexe on voit un sulcus assez profond dont l'ostium est accusé et dont la cauda droite, recourbée à son extrémité postérieure, n'atteint pas le bord postérieur. Il y a de vagues plissements visibles à la loupe sur le bord dorsal et le bord ventral de la face interne; la face externe légèrement concave présente des plis assez forts sur les bords, surtout sur le bord ventral.

1. Note présentée à la séance du 4 mars 1912.

2. F. PRIEM. Sur les otolithes des Poissons éocènes du Bassin parisien. *B. S. G. F.*, (1), VI, 1906, p. 267, fig. 5-6, p. 269-270, fig. 16-18.

3. Voir le mémoire précédent, p. 267, fig. 3-4, p. 267-270, fig. 11-13, et F. PRIEM, Étude des Poissons fossiles du bassin parisien. Supplément. *Ann. Paléont.*, VI, 1911, p. 28-29, fig. 26-27.

4. M. LERICHE. Note sur les Vertébrés éocènes de la Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. nat. de l'Ouest de la France*, (2), VI, 1906, p. 182.

5. F. PRIEM. Étude des Poissons fossiles du Bassin Parisien. Supplément, p. 29, fig. 28-30.

La cauda est moins recourbée et d'une manière moins marquée que chez *O. (Percidarum) Kokeni* et les plissements de la face externe sont plus accusés. Il s'agit probablement d'une forme nouvelle que nous appellerons *Otolithus (Percidarum) Cottreaii*.



FIG. 1-2. — *Otolithus (Percidarum) Cottreaii* n. sp. Otolithe gauche grossi 6 fois, vu par ses deux faces. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). — Éocène moyen (coll. J. Cottreau).

FIG. 3-4. — *Otolithus (Percidarum) Cottreaii*, n. sp. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu par ses deux faces, Pré de La Close près Camphon (Loire-Inférieure). — Éocène moyen (coll. J. Cottreau).

OTOLITHE DE CAMPBON. — M. J. Cottreau m'a communiqué un autre otolithe provenant du Pré de La Close près Camphon (Loire-Inférieure). Éocène moyen.

C'est un otolithe gauche ayant pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 4 mm., épaisseur 1 mm. (fig. 3-4). Le rostre et l'antirostre n'existent pas. Sur la face interne convexe l'ostium du sulcus est peu visible, la cauda droite se recourbe vers son extrémité postérieure qui n'atteint pas le bord postérieur. La face externe concave est rugueuse ; on voit quelques traces de plis sur le bord, surtout sur le bord ventral. Il y en a aussi sur la face interne vers le bord postérieur. Je rapporte cet otolithe à l'espèce précédente *O. (Percidarum) Cottreaii*.

II. ÉOCÈNE SUPÉRIEUR DE BIARRITZ.

Otolithus (Scopelus) biarritzensis n. sp. — À ma connaissance on n'a pas signalé jusqu'ici d'otolithes dans les couches de Biarritz. M. J. Cottreau vient de me communiquer un otolithe recueilli dans le gisement bartonien des bains de la Côte des Basques à Biarritz (Basses-Pyrénées).

FIG. 5-6. — *Otolithus (Scopelus) biarritzensis* n. sp. Otolithe gauche grossi 8 fois, vu par ses deux faces, Bains de la Côte des Basques (Biarritz, Basses-Pyrénées). — Bartonien (coll. J. Cottreau).



Cet otolithe (fig. 5-6) est de petite taille ; ses dimensions sont : longueur 3 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm. C'est un otolithe gauche. La face interne peu convexe montre un rostre net et un sulcus rempli de formations colliculaires. Il est composé

d'un ostium allongé suivi d'une petite cauda arrondie. La face externe est légèrement convexe avec traces de plis sur le bord central.

C'est aux Scopélidés, Poissons pélagiques et de grandes profondeurs, qu'il faut rapporter cet otolithe. Il ressemble beaucoup à *Otolithus (Scopelus) pulcher* PROCHAZKA sp. du Miocène d'Autriche-Hongrie, du Miocène et du Pliocène d'Italie, et aussi du Pliocène de Corse¹. Mais le rostre est moins accusé, l'excisura à peine marquée. C'est probablement une espèce nouvelle que nous appellerons *Otolithus (Scopelus) biarritzensis*.

III. ÉOCÈNE SUPÉRIEUR DE BARTON (ANGLETERRE).

Jusqu'ici on n'a signalé dans l'Éocène supérieur de Barton, en fait d'otolithes, que des otolithes de Siluridés, appelés par Koken *Otolithus (Arius) crassus*², et d'autres, également d'*Arius*, appelés provisoirement par E. T. Newton *Arius (Otolithus) sp. A, sp. B, sp. C*³. M. E. de Boury a bien voulu me donner d'autres otolithes qu'il a recueillis à Barton et qui sont tout différents.

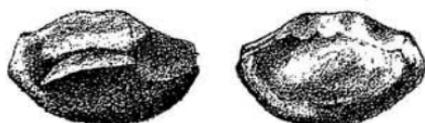


FIG. 7-8. — *Otolithus (Percidarum) bartonensis* n. sp. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu par ses deux faces. Barton (Angleterre). — Éocène supérieur (donné par M. E. de Boury).

Otolithus (Percidarum) bartonensis n. sp. — Je cite d'abord deux otolithes, l'un gauche, le plus grand (fig. 7-8), l'autre droit. Le plus grand a pour dimensions : longueur 3 mm. 5, largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5 ; le second longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm., épaisseur 1 mm. 5. Le rostre est peu marqué ; sur la face interne convexe le sulcus présente un large ostium et une cauda étroite, se recourbant à son extrémité postérieure sans atteindre le bord postérieur. La face interne, concave vers le bord dorsal, porte une saillie sur le bord ventral. On doit certainement rapporter cet otolithe aux Percidés (sens large). Ils ressemblent à *O. (Percidarum) concavus* PRIEM de l'Yprésien supérieur et du Lutétien, et *O. (Percidarum) Kokeni* LERICHE du Lutétien, mais ils en diffèrent par la cauda moins fortement recourbée et par la face externe (qui, ici, porte une forte saillie sur

1. F. PRIEM. Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France. *B. S. G. F.*, (4), XI, 1914, p. 45-46, fig. 9.

2. E. КОКЕН. *Zeitsch. deutsch. geol. Ges.*, vol. XXXVI, 1884, p. 559, pl. XII, fig. 13; *Id.*, vol. XLIII, 1891, p. 80.

3. E. T. NEWTON. A contribution to the history of Eocene Siluroid Fishes. *Proc. zool. Soc. London*, 1889, p. 205-206, pl. XXI, fig. 4-5.

le bord ventral. On doit sans doute le regarder comme une espèce nouvelle : *Otolithus (Percidarum) bartonensis*.

Deux autres otolithes de Barton, l'un droit, l'autre gauche, sont en mauvais état ; le sulcus n'est qu'en partie conservé. Il s'agit probablement aussi d'otolithes de Percidés. Nous les appellerons *O. (Percidarum?)* sp. L'otolithe droit est figuré ici (fig. 9-10).

Otolithus (Berycidarum?) Bouryi. n. sp. — Un autre otolithe de Barton a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.



FIG. 9-10. — *Otolithus (Percidarum?)* sp. Otolithe droit grossi 4 fois, vu par ses deux faces Barton. (Angleterre). — Éocène supérieur (donné par M. E. de Boury).

FIG. 11-12. — *Otolithus (Berycidarum?) Bouryi* n. sp. Otolithe droit grossi 4 fois vu par ses deux faces. Barton (Angleterre). — Éocène supérieur (donné par M. E. de Boury).

C'est un otolithe droit (fig. 11-12). La face interne légèrement convexe montre un sulcus rempli de formations colliculaires ; l'ostium est large en forme de pelle ; la cauda est un peu plus longue, large, droite, n'atteignant pas le bord postérieur. Le rostre est obtus. Sur la face interne on voit vers le bord postérieur ventral quelques traces de plis. La face externe, légèrement concave, offre aussi quelques traces de plis sur le bord dorsal.

Cet otolithe a des rapports par sa cauda large et droite avec ceux de certains Bérycidés ; il ressemble notamment à *O. (Berycidarum) geron* KOKEN de l'Oligocène allemand¹, mais cependant le rostre est peu accusé et l'ostium ne présente pas à sa partie ventrale la courbure prononcée qu'on trouve dans les otolithes de Bérycidés. Je place donc avec doute dans ce groupe l'otolithe de Barton, sous le nom de *Otolithus (Berycidarum?) Bouryi*.

Avec ces otolithes, M. de Boury a trouvé à Barton quelques vertèbres de Téléostomes et un débris de rayon épineux.

On connaissait déjà dans l'Éocène supérieur de Barton, comme Téléostomes, des Lepidostéidés (genre *Lepidosteus*), des Siluridés (genre *Arius*), des Scombridés (genre *Cybius*), des Xiphiidés (genre *Cylindracanthus* = *Cælorhynchus*). Il faut d'après les otolithes y joindre des Percidés (sens large) et peut-être des Bérycidés.

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 120-121, pl. VIII, fig. 5 ; pl. IX, fig. 7, 7a, 8.

SUR DES POISSONS DES TERRAINS SECONDAIRES DU SUD DE LA FRANCE

PAR **F. Priem**¹.

PLANCHES VIII et IX.

Sommaire. — I. Jurassique du Sud-Ouest ; Rhétien des Pyrénées, *Pholidophorus Bertrandi* n. sp. — II. Jurassique du Sud-Est. — III. Infracrétacé du Sud-Est. — IV. Crétacé du Sud-Est. *Anomæodus Cottreai* n. sp. — V. Crétacé du Sud-Ouest.

Depuis plusieurs années j'ai réuni des documents sur les Poissons des terrains secondaires du Sud de la France. Je vais les faire connaître ici, dans l'espoir de provoquer de nouvelles recherches.

I. JURASSIQUE DU SUD-OUEST.

RHÉTIEN DES PYRÉNÉES. — *Pholidophorus Bertrandi* n. sp. (pl. VIII, fig. 1-2). — Notre confrère M. Léon Bertrand a bien voulu me confier un Poisson qu'il a trouvé dans le Rhétien des Pyrénées. Ce Poisson a été recueilli sur la route de Saint-Sirac à Leichert (Ariège), dans la traversée du vallon de Peyrigueil.

Il est incomplet, sa tête est mal conservée et la nageoire caudale manque ; on a l'empreinte et la contre-empreinte de la partie antérieure de l'animal avec le pédicule caudal.

La longueur totale de la partie conservée est de 7 cm., la plus grande hauteur du corps est de 2 cm. 5 ; elle est ainsi comprise un peu moins de trois fois dans la longueur.

La tête est en très mauvais état et le bout du museau manque. La longueur de la partie qui reste est de 1 cm. 5 ; la longueur de la tête devait être de 2 cm., soit environ un peu plus du quart de la longueur totale. On voit trace des rayons branchiostèges.

Les écailles sont lisses ; à la loupe on voit cependant quelques stries d'accroissement le long des bords antérieur, supérieur et inférieur ou quelques lignes longitudinales. Les écailles sont pour la plupart aussi hautes que larges, mais il y a en avant l'empreinte de 5 ou 6 rangées d'écailles plus hautes que larges. Il paraît y avoir en tout une quarantaine de rangées transversales d'écailles. Le bord postérieur des écailles n'est pas dentelé. Le pédicule caudal est relativement long : 1 cm. 5.

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1912.

La nageoire dorsale est assez bien conservée sur la contre-empreinte et commence à environ 2 cm. 5 de la tête, c'est-à-dire en avant du milieu du corps. Elle s'étend sur deux centimètres et l'on y voit plus de vingt rayons.

La caudale manque. L'anale commence au niveau de la partie postérieure de la dorsale et elle est représentée par environ dix rayons.

On voit une pectorale avec dix rayons et quelques traces d'une pelvienne. Les nageoires pelviennes devaient s'insérer au niveau de la partie antérieure de la dorsale.

Les fulcres des nageoires ne sont pas visibles, sauf peut-être une trace en avant de la dorsale.

Le Poisson doit être rapporté au genre *Pholidophorus*, qui commence au Trias supérieur et se termine dans le Purbeckien.

Par les grandes dimensions de la tête, la dorsale opposée aux pelviennes, le petit nombre des rangées d'écaillés plus hautes que larges, et aussi par sa faible taille, le Poisson du Rhétien des Pyrénées se rapproche de *P. Higginsi* EGERTON du Rhétien d'Angleterre; mais, dans cette dernière espèce, les écaillés sont légèrement dentelées sur le bord postérieur, et la dorsale beaucoup plus courte ne se compose que d'une dizaine de rayons. Il se rapproche aussi de *P. latiusculus* AG. du Trias supérieur du Tyrol et d'Italie, petite espèce où la tête est également forte, la dorsale opposée aux pelviennes et les écaillés lisses et non dentelées. Mais, dans cette espèce, il y a de nombreuses rangées d'écaillés plus hautes que larges, et la dorsale est composée de beaucoup moins de rayons (une dizaine) que chez le Poisson des Pyrénées. Celui-ci représente probablement une espèce nouvelle que nous appellerons *P. Bertrandi*.

Rappelons que dès 1865 le chanoine Pouech avait découvert le Rhétien dans l'Ariège. A. d'Archiac a signalé cette découverte et noté la présence de Poissons parmi les échantillons du Rhétien des environs de Foix recueillis par M. Pouech¹. Il cite les Poissons suivants :

Gyrolepis tenuistriatus AG. (= *G. Albertii* AG.).

Saurichthys Mougeoti AG.

Lepidotus minor AG.

Mesodon (Pycnodus) Bucklandi AG. sp.

Microdon (Pycnodus) Hugii AG. sp.

1. A. D'ARCHIAC. Note sur la découverte par M. Pouech du quatrième étage du Lias dans le département de l'Ariège *B. S. G. F.*, (2), XXII, 1856, p. 162-164. *Paléontologie de la France*, Paris, 1868, p. 136. Malgré mes efforts et ceux de notre aimable confrère, M. J. Azéma, de Pamiers, je n'ai pu savoir ce que sont devenus les fossiles du chanoine Pouech.

La première espèce est banale dans le Rhétien ; la seconde appartient au Muschelkalk, mais il y a des espèces très voisines de *Saurichthys* dans le Rhétien. Pour les trois dernières espèces il y a certainement erreur de détermination, car *Lepidotus minor* est du Purbeckien, *Mesodon Bucklandi* est du Bathonien, et *Microdon Hugii* du Jurassique supérieur (du Séquanien au Purbeckien).

RHÉTIEN ET LIAS DE L'HÉRAULT. — On connaît quelques restes de Poissons du Rhétien de l'Hérault. Du bone-bed de Lodève provient une dent triturante de *Sargodon* sp. (M. Michel, Muséum), avec quelques débris indéterminables.

A la Roquefourcade près Saint-Chinian, sur des plaquettes à *Avicula contorta* (coll. Jean Miquel) il y avait un débris ressemblant à une incisive de *Sargodon* (*S. tomicus*? PLIENINGER), deux petites dents triturantes arrondies, lisses, provenant aussi du genre *Sargodon* et une dent arrondie assez forte à rapporter, ainsi qu'un débris d'écaille, probablement au genre *Lepidotus*. Une autre dent conique, pointue, grêle, ressemble à une dent antérieure d'*Eugnathus*.

P. Gervais a signalé dans les marnes du Lias de Cros-de-Mortiers, Pic Saint-Loup (Hérault), un fragment de dent de *Strophodus*¹.

LIAS DE L'AVEYRON ET DE LA LOZÈRE. — Le Lias supérieur de l'Aveyron a fourni à Elbes près Villefranche un beau Poisson, le *Lepidotus elvensis* BLAINV. sp. (Muséum)².

Le Dr Sauvage a étudié les Poissons des schistes à Posidonies du Lias supérieur de la Lozère³. Il a trouvé à Culture des écailles de *Lepidotus* sp. et de *Ptycholepis* sp. ; à La Canourgue une tête de *Pachycormus* (*Cephenoplosus*) *typus* SAUVAGE sp. Enfin les schistes liasiques de la Lozère ont fourni *Leptolepis Bronni* AG. (= *L. constrictus* EGERTON = *L. affinis* SOW. = *L. pronus* SAUV., = *L. pachystetus* SAUV.), espèce très commune dans le Lias supérieur de la France, d'Angleterre et d'Allemagne.

Le Dr Sauvage a décrit de nombreux restes de Poissons conservés au Musée d'Agén et recueillis dans le Kimeridgien supé-

1. P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises. 1^{re} édition, 1848-52. Expl. Poiss. foss., p. 14; 2^e édition, 1859, p. 526, pl. LXXVIII, fig. 6-60.

2. F. PRIEM. Étude sur le genre *Lepidotus*. *Ann. de Paléontologie*, t. III, 1908, p. 5-7, pl. II.

3. H.-E. SAUVAGE. Étude sur les Poissons du Lias supérieur de la Lozère et de la Bourgogne. *Rev. Sc. Nat.*, Montpellier, t. II, 1874, p. 415-432, pl. VII-VIII.

rieur de Fumel (Lot-et-Garonne)¹; il y a décrit notamment plusieurs espèces de Pycnodontes. J'ai eu l'occasion de voir quelques dents provenant du canton de Fumel (Musée d'Agen), probablement du même niveau, et qui, très arquées, recourbées en virgule, bombées avec des rides partant d'une crête médiane assez mal indiquée, ressemblaient à des dents d'*Acrodus*; d'autres sont des dents de *Strophodus*.

Je figure ici (fig. 1) une dent antérieure préhensile de Pycnodonte, recueillie dans le Jurassique supérieur de Condat près Fumel, et ayant appartenu à la collection de Bonal (coll. Priem).



FIG. 1. — DENT PRÉHENSILE ANTÉRIEURE DE PYCNODONTE. — Condat, près Fumel (Lot-et-Garonne). Jurassique supérieur, au double de la grandeur, collection Priem.

II. JURASSIQUE DU SUD-EST.

INFRALIAS ET LIAS. — Je ne connais jusqu'ici que peu de Poissons fossiles du Jurassique du Sud-Est.

Notre confrère, le docteur A. Guébard, m'a communiqué, de l'Infralias de Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes-Maritimes) quelques dents triturantes de *Sargodon* probablement.

Des grès de l'Infralias de Chamfromier (Ain) proviennent des dents triturantes, probablement aussi de *Sargodon* et des écailles indéterminables².

M. Galien Mingaud, conservateur du Muséum d'Histoire naturelle de Nîmes, a bien voulu me confier l'empreinte d'un Poisson trouvée à La Vigne, commune de Saint-Sébastien-d'Aigrefeuilles, canton d'Anduze (Gard), dans le calcaire schistoïde du Lias supérieur. L'empreinte est très incomplète, la tête est écrasée, la colonne vertébrale tordue montre une quarantaine de vertèbres; comme nageoires on voit les pectorales et les pelviennes détachées et une partie de la caudale paraissant fourchue. Les écailles ne sont pas conservées. Il s'agit d'un *Leptolepis*.

JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR. — Du Bajocien à *Pentacrinites* de la route de Gourdon (Alpes-Maritimes), j'ai vu quelques dents

1. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kimeridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). *Mém. de Paléont. Soc. géol. de France*, IX, fasc. IV, 1802, 32 p., pl. XIII-XVII.

2. Communiqué par notre regretté confrère A. Boistel au nom de M. l'abbé Tournier. Il y a, suivant Hébert (*B. S. G. F.* (2), t. XIX, 1861, p. 106), des débris de Poissons dans le bone-bed de la base du Rhétien, aux environs de Digne (vallée de Champoran).

peu déterminables recueillies par le docteur Guébard (peut-être *Lepidotus* ?).

J'ai trouvé des documents assez intéressants dans la collection Gevrey¹. Elle contient d'assez nombreuses dents d'un Lamnidé : *Orthacodus* (*Sphenodus*) *longidens* AG. sp. provenant du Bathonien de Saint-Étienne-de-Boulogne (Ardèche), du Callovien et de l'Oxfordien de La Voulte (pl. VIII, fig. 7-9) et de l'Oxfordien de Crussol (même département). Plusieurs sont figurées ici.

Un fragment peu déterminable de dent d'*Orthacodus*, étiqueté *Sphenodus impressus* ZITTEL, se trouve sur une Ammonite (*Neumayria compsa* OPPEL) du Kimeridgien supérieur, zone à *Aspidoceras acanthicum*, de Chomérac (Ardèche). L'espèce de Zittel est du Tithonique des Alpes méridionales.

Du Tithonique inférieur de Chomérac (même collection) provient aussi une dent de *Lepidotus maximus* WAGNER, espèce commune dans le Jurassique supérieur et l'Infracrétacé; des dents de *Lepidotus maximus* ont été recueillies dans le Jurassique de Saint-Albans (Ardèche), niveau non indiqué (Muséum, coll. d'Orbigny). De Chomérac (coll. Peron, 1908-36, Muséum) provient une vertèbre incomplète de Téléostome.

Quelques restes de Poissons de la collection Gevrey ont été recueillis aux Prés (Drôme). Notre ancien confrère n'a pas pu donner de renseignements précis sur ce gisement; mais il m'a dit que la Drôme, en sortant des Prés, coule dans une profonde vallée jurassique. Les fossiles des Prés appartiennent à des espèces du Jurassique supérieur. Ce sont :

1° *Notidanus serratus* FRAAS (pl. VIII, fig. 3). — Une dent dont le denticule principal est précédé de deux fortes serrations; à la suite du denticule principal il y en a cinq décroissants. L'espèce est de l'Oxfordien du Yorkshire et du Corallien du Wurtemberg.

2° *Lepidotus maximus* WAGNER. — L'espèce est représentée par un fragment de dentition roulé en forme de galet avec dents de remplacement (pl. VIII, fig. 4), et par une dent isolée avec la dent de remplacement (fig. 2 et pl. VIII, fig. 5).

3° *Microdon Hugii* AG. sp. — Un fragment de mandibule gauche (pl. VIII, fig. 6), avec quatre rangées de dents : une rangée interne de petites dents, une rangée de dents principales et deux rangées

1. La collection Gevrey se trouve maintenant, grâce à la générosité de notre ancien confrère, à la Faculté des Sciences de Grenoble. La collection Gevrey contient des dents incomplètes d'*Orthacodus* provenant du Bajocien d'Echenez-a-Meline (Haute-Saône).

externes ; les dents de la rangée la plus externe sont plus grandes que celles de la rangée placée contre la rangée des dents principales.

L'espèce, commune dans le Jurassique supérieur d'Allemagne et de Suisse, se trouve aussi à Fumel et dans l'oolithe séquanienne de Tonnerre.



FIG. 2. — *Lepidotus maximus* WAGNER. Une dent et la dent de remplacement, grandeur naturelle. — Les Prés (Drôme), probablement Jurassique supérieur, coll. Gevrey¹.

III. INFRACRÉTACÉ DU SUD-EST.

MM. A. Gevrey, Ch. Jacob, W. Kilian ont eu l'amabilité de me confier des restes de Poissons fossiles du Sud-Est de la France. Le Dr A. Guébard et M. J. Cottreau m'en ont fourni aussi quelques-uns, et de même M. Galien Mingaud. M. Marcellin Boule m'a permis d'étudier les matériaux conservés au Muséum, de sorte que je puis donner ici une liste assez complète des Poissons et des localités fossilifères du Sud-Est².

ÉLASMORANCHES

Ptychodus decurrens Ag. — Clansayes (Drôme), Albien, extrême base de l'étage (coll. Déchaux, Faculté des Sciences de Grenoble). Une dent³.

L'espèce avait été signalée et figurée par P. Gervais comme d'une localité et d'un niveau inconnus (Musée d'Avignon).

Ptychodus polygyrus Ag. — Les Prés de Rencurel (Isère),

1. Chez les *Lepidotus* la dent de remplacement poussait sous la dent en fonction dans une position inverse (c'est-à-dire la couronne vers le dedans de la mâchoire) et exécutait une rotation de 180° pour se mettre à la place de la dent ancienne.

2. Divers Poissons fossiles du Sud-Est ont été signalés et figurés par P. GERVAIS, Zoologie et Paléontologie françaises; PH. MATHERON, Recherches paléontologiques dans le midi de la France, Marseille 1878 (quelques fascicules de planches ont seuls été publiés); F.-J. PICTET, Note sur une dent de l'étage aptien des environs d'Apt. *Ann. Soc. litt. scient. et artist. d'Apt.*, 1864 (1865). Extr. 4 p., 4 fig.; E. ARNAUD, Note sur un *Saurocephalus* n. sp. de l'étage aptien des environs d'Apt. *Id.*, Extr. 6 p., 3 fig. — Note sur les Poissons du Crétacé inférieur des environs d'Apt. (*Vaucluse*), *B. S. G. F.*, (3), X, 1881, p. 131-134.

3. Une petite dent incomplète, ayant des affinités avec cette espèce, provient de l'Hauterivien de Saint-Pierre de Chérenne (Isère), [coll. Gevrey]. Il pourrait y avoir une erreur de niveau ou de localité, car le genre *Ptychodus* ne paraît pas se trouver au-dessous de l'Albien ni même généralement au-dessous du Cénomanien.

Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey). Plusieurs fragments de couronne.

Strophodus sp. — Les Prés de Rencurel (Isère), Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey). Une dent et un fragment¹.

On sait que les dents de *Strophodus* répondent aux Poissons dont les piquants sont appelés *Asteracanthus*. Elles sont très répandues dans le Jurassique ; cependant Pictet et Campiche en ont signalé et figuré dans le Néocomien inférieur et l'Aptien de Sainte-Croix (Suisse) et Agassiz a fondé son espèce *S. punctatus* sur deux dents du grès vert cénomanien de Kelheim (Bavière) [Rech. Poiss. foss., t. III, 1838, p. 128 b, pl. xxii, fig. 30-31].

La dent des Prés de Rencurel ici figurée (fig. 3) est large de 9 mm. 5, longue de 22 mm. 5, épaisse de 6 mm. 5 ; elle est plate, sans crête longitudinale, et ne porte pas d'autres ornements qu'un fin réseau de ponctuations en creux réguliers et arrondis. A l'une des extrémités il y a un léger bombement. Ses rapports sont avec *S. subreticulatus* Ag. (= *Asteracanthus ornatissimus*

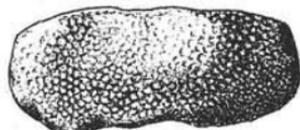


Fig. 3. — *Strophodus* sp. dent, 1 fois 1/2 la grandeur. Les Prés de Rencurel (Isère Albien, coll. Gevrey).

Ag.), mais les ponctuations sont plus régulières et il n'y a pas trace de plis transverses sur les bords, sauf ceux du pourtour à la base de la racine. On voit bien, comme dans l'espèce d'Agassiz, *S. punctatus*, les fins pores de l'émail sous forme de ponctuations arrondies ; mais, dans l'espèce d'Agassiz, il y a sur les bords des plis nombreux et sur le pourtour des rides dendrifformes ; la dent de Kelheim figurée est saillante et appartient à la partie antérieure de la mâchoire.

J'ai vu aussi une dent de *Strophodus* recueillie au Fontanil, Isère (Néocomien inférieur, Valanginien, coll. Gevrey). Elle ressemble à *S. reticulatus* Ag. (= *Asteracanthus ornatissimus* Ag.). Elle est figurée planche VIII, figure 14.

1. Mes déterminations, faites à la demande de M. Ch. Jacob, se retrouvent dans : CH. JACOB. Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines, Grenoble, 1907 : 1° Gisement de Clansayes, Albien, extrême base, zone à *Douvilleiceras nodoscostatus* D'ORB. sp. et *Douv. Bigoureli* SEUNES sp., p. 30 ; 2° Gisement des Prés de Rencurel, Albien, zone plus élevée, zone à *Hoplites (Leymeriella) tardifurcatus* LEYM. sp., p. 34 ; 3° Gisement de la Fauge, Albien, partie la plus supérieure de l'étage, sous-zone à *Mortoniceras inflatum* Sow. sp., et *Turrilites Bergeri* BRONGN., p. 55.

Notidanus aptiensis PICTET. — M. Kilian m'a communiqué une dent sur gangué ayant pour localité : l'Homme d'Armes, Montélimar (Drôme), Aptien inférieur (coll. Déchaux, Faculté des Sciences de Grenoble).

Cette dent, de petite taille, incomplète, montre trois denticules conservés; le premier, plus gros que les autres, et dont la pointe est cassée, est le denticule principal (fig. 4). A sa base on voit une dentelure et il devait y en avoir d'autres plus bas, mais la base n'est pas conservée. Cette dent diffère du *N. microdon* Ag. du Crétacé proprement dit, en ce que le denticule principal porté à sa base de fortes dentelures au lieu de porter seulement de fines serrations. Elle répond ainsi à l'espèce de Pictet; c'est une dent incomplète de *N. aptiensis*.



FIG. 4. — *Notidanus aptiensis* PICTET. Dent au triple de la grandeur, vue par la face interne. L'Homme d'Armes près Montélimar (Drôme), Aptien inférieur, coll. Déchaux, Faculté des Sciences de Grenoble.



FIG. 5. — *Notidanus aptiensis* PICTET. Dent au double de la grandeur vue par la face externe. La Bedoule (Bouches-du-Rhône), Aptien, groupe de l'argile à Plicatules (coll. d'Orbigny, Muséum).



FIG. 6. — *Orthacodus (Sphenodus) sabaudiannus* PICTET. Dent grandeur naturelle vue par la face interne. Berrias (Ardèche). Valanginien, Muséum.

Il en est de même d'un débris de dent des marnes aptiennes entre Saint-André et Moriès (Basses-Alpes, coll. Faculté des Sciences de Grenoble), et d'une dent bien conservée de l'Aptien de la Bedoule (Bouches-du-Rhône), groupe de l'argile à Plicatules (Muséum, coll. d'Orbigny, fig. 5).

Un fragment de dent de *Notidanus*, peut-être de cette espèce, provient de l'Hauterivien de Peyroules (Basses-Alpes) (coll. Gevrey).

Le type de Pictet, décrit en 1864¹ provenait de l'Aptien de la localité appelée « les Barbiers » près d'Apt. Cette dent avait été trouvée par M. Arnaud, qui depuis a cité comme autres gisements les couches aptiennes de Croagnes et Gargas (Vaucluse).

1. Voir la note 2 de la page 255.

Orthacodus (Sphenodus) sabaudianus PICTET sp. — Sous ce nom Pictet avait décrit, du Néocomien des Voirons (Savoie)¹, des dents ayant beaucoup de rapports avec *O. longidens* Ag. sp. du Jurassique.

Des dents de cette sorte se trouvent dans le Néocomien du Sud-Est de la France. Elles ont été recueillies dans les localités suivantes :

Berrias (Ardèche), Néocomien inférieur, Valanginien (coll. Gevrey (pl. IX, fig. 1-3) et Muséum (fig. 6)². Chomérac (Ardèche), Valanginien (coll. Gevrey (pl. VIII, fig. 10-13); Saint-Albans (Ardèche), Néocomien inférieur (Muséum); Chichilianne (Isère), Valanginien, et Saint-Pierre de Chérenne (Isère), Hauterivien (coll. Gevrey).

Ces dents, à bords tranchants, se distinguent de celles de *O. longidens* par leur forme plus droite et la pointe déprimée comme l'extrémité d'une lame d'épée, mais les deux espèces sont en somme très voisines l'une de l'autre.

Scapanorhynchus S. subulatus Ag. sp. — Dents. M. Arnaud cite sous le nom d'*Odontaspis gracilis* Ag. des dents recueillies dans l'Aptien de Croagnes, Gargas, Villars, Rustrel (Vaucluse); il s'agit probablement de *S. subulatus*³.

Allan (Drôme), Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey).

Clansayes (Drôme), Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey); Clansayes, Aptien ou Albien (probablement même niveau) (coll. Déchaux, Faculté des Sciences de Grenoble); Clansayes (Venterol), Aptien ou Albien (coll. Cottreau).

Les Prés de Rencurel (Isère), Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey)⁴.

Caussols (Alpes-Maritimes), Albien, Gault sableux (coll. Guéhard).

Scapanorhynchus raphiodon Ag. sp. — Dents. Clansayes,

1. F. J. PICTET. Description des Poissons fossiles du terrain néocomien des Voirons. *Matériaux pour la Paléontologie suisse*, seconde série, Genève, 1868, p. 50-51, pl. VII, fig. 9-11.

2. P. GERVAIS figure la dent de Berrias, conservée au Muséum (Zool. et Pal. franç. 1^{re} édition. Expl. Poiss. Foss., p. 12; 2^e édition, p. 524 et 533, pl. LXXVI, fig. 9, 9a, 10. Il dit dans sa seconde édition, p. 524 et 533, c'est *Sphenodus salandianus* (sic) PICTET. Il veut certainement dire *Sphenodus sabaudianus*. La dent du Muséum est accompagnée de cette inscription : « très voisin de *Sphenodus longidens* Ag. »

3. E. ARNAUD, *B. S. G. F.*, (3), X, 1881, p. 133.

4. Un fragment de dent appartenant peut-être à cette espèce provient de l'Albien des Ravix (Isère) (coll. Gevrey).

Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey et M. Ch. Jacob, Faculté des Sciences de Grenoble).

Le Rimet-Les Ravix (Isère)¹, Albien, Gault (Faculté des Sciences de Grenoble).

Une petite dent antérieure (coll. Zürcher, Faculté des Sciences de Grenoble) provient de l'Aptien de « Cote Crêpe » près Camps (Var).

Scapanorhynchus macrorhizus COPE sp. — Dents. Les Prés de Rencurel (Isère), Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey).

Oxyrhina angustidens REUSS. — Dent. Les Prés de Rencurel, Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey).

Oxyrhina macrorhiza PICTET ou CAMPICHE. — Dents. Signalé par M. Arnaud dans un lambeau de gault (Albien) à Gargas (Vaucluse)².

Allan et Clansayes (Drôme), Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey).

Oxyrhina sp. — Dents brisées. Clansayes (Venterol), Aptien ou Albien (coll. Cottreau).

Lamna appendiculata AG. sp. — Dents. Castellane (Basses-Alpes), Néocomien inférieur (coll. d'Orbigny, Muséum), une dent droite avec un denticule latéral (sous le nom d'*Otodus crassus*? AG.).

Allan, Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey); Clansayes, Albien, extrême base de l'étage, nombreuses dents brisées, (coll. Gevrey et M. Ch. Jacob, Faculté des Sciences de Grenoble); Clansayes, Aptien ou Albien (coll. Déchaux, Faculté des Sciences de Grenoble), une quarantaine de dents brisées.

Les Prés de Rencurel (Isère), Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey).

La Fauge près de Villard-de-Lans (Isère), Albien, partie la plus supérieure de l'étage, sous-zone à *Mortoniceras inflatum* Sow.

1. Il s'agit d'une seule dent. Or le Rimet et les Ravix sont deux localités différentes. Cette dent provient donc de l'une ou de l'autre.

2. M. Arnaud rapproche de cette espèce *Oxyrhina nerthensis* MATHERON, connue seulement par une figure (Rech. Pal. Midi France, pl. E-8, fig. 5^{a-c}). Cela me paraît douteux. Les dents figurées sont incomplètes. D'autres espèces de Matheron provenant de l'Infracrétacé du Sud-Est sont : *Lamna Gervaisi*, pl. E-8, fig. 6^{a-b} et *L. Cairoli* (probablement *Oxyrhina*), pl. E-8, fig. 7^{a-b}. Les trois espèces ne sont connues que par des dents incomplètes figurées sans description, et les localités ni le niveau ne sont indiqués.

sp. et *Turrilites Bergeri* BRÖNG. (coll. Lory, Faculté des Sciences de Grenoble)¹.

Madone de Laghet près Nice (Alpes-Maritimes), Albien, Gault (coll. Guébbard).

Otodus sulcatus GEINITZ. — Dents: Col de Chiron (Alpes-Maritimes), étage indéterminé. Infracrétacé? (École des Mines). Une dent incomplète, la partie supérieure de la couronne manque.

Caussols (Alpes-Maritimes), niveau indéterminé, Albien (Gault) ou Cénomanién (coll. Guébbard).

VERTÈBRES DE SQUALES. — La Bedoule (Bouches-du-Rhône), Aptien, groupe de l'argile à Plicatules (coll. d'Orbigny, Muséum), quatre petites vertèbres.

La Baume près Castellane (Basses-Alpes), marnes aptiennes (Faculté des Sciences de Grenoble), une petite vertèbre de *Scapanorhynchus* ou de *Lamna*?; Clansayes, Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey), une grande et une petite vertèbres (*Oxyrhina* ou *Lamna*?); Clansayes (Venterol), Aptien ou Albien (coll. Cottreau), deux vertèbres.

Les Prés de Rencurel, Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey), petites vertèbres de *Scapanorhynchus*?

J'ai vu aussi un débris de grande vertèbre d'*Oxyrhina* ou *Lamna*? provenant peut-être des marnes aptiennes de Rosans (Hautes-Alpes) (Faculté des Sciences de Grenoble).

HOLOCÉPHALES

Ischyodus sp. — Clansayes, Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey), fragment de dent.

TÉLÉOSTOMES

Lepidotus maximus WAGNER. — Cette espèce du Jurassique supérieur est commune dans l'Infracrétacé.

Angles (probablement Angles près Castellane, Basses-Alpes), (coll. d'Orbigny, Muséum). Une dent.

Environs d'Alais (Gard), Néocomien, fragment de dentition².
Beucaire (Gard), Barrémien³.

1. E. HÉBERT avait cité ce même gisement à propos de *Lamna appendiculata* dans son Tableau des fossiles de Meudon, p. 355.

2. P. GERVAIS, sous le nom de *Sphærodus neocomiensis* AG. (Zool. Pal. franc. 1^{re} édition. Expl. Poiss. Foss., p. 6; 2^e édition, p. 524, p. 543, pl. LXIX, fig. 33).

3. Mâchoire signalée par M. Depéret sous le nom de *Lepidotus neocomiensis* AG. C. R. Somm. Soc. géol. France, 1894, n° 12, p. xciii.

Carrière de la route d'Uzès à Nîmes (Gard), Barrémien (Communiqué par M. Galien Mingaud, conservateur du Muséum de Nîmes). Fragment de dentition spléniale droite. On voit sept dents, dont cinq en groupe et les trois plus petites du groupe sont acuminées. Il y a aussi une dent de remplacement en voie de rotation. Cette dentition est ici figurée (pl. IX, fig. 4).

En dégageant la pièce envoyée par M. G. Mingaud on a détaché une dent qui se trouvait au-dessus des deux dents isolées et qui avait la même orientation qu'elles ; c'est probablement une dent de remplacement de la dentition opposée et qui n'avait pas encore tourné.

Mesodon sp. — 1° Sében près Sauve (Gard), Néocomien supérieur (Hauterivien supérieur) (Muséum de Nîmes. Communiqué par M. G. Mingaud). Il s'agit d'un splénial droit (pl. IX, fig. 5) avec trois rangées de dents.

La rangée des plus grandes dents en comprend quatre, qui vont en croissant d'avant en arrière ; elles sont plus larges que longues, plus arrondies sur le bord postérieur ; le bord antérieur est droit ou même très légèrement concave sur les deux dents antérieures. La première a pour dimensions : largeur 12 mm. 5, longueur 8 mm. 5, ce qui donne pour le rapport de la largeur à la longueur 1,47 ; la dernière a pour les dimensions correspondantes 16 mm. 5 et 11, ce qui donne pour rapport 1,5. Il faut probablement regarder cette rangée, non comme celle des dents principales qui seraient plus grandes, mais comme la plus interne des rangées externes.

La rangée qui suit vers le dehors est composée de cinq dents rondes ou plutôt ovales, successivement alternes et opposées aux précédentes. Leur grand diamètre est oblique par rapport aux dents de la rangée précédente ; elles ont environ 9 mm. sur 7 mm.

Enfin la rangée plus externe est composée de deux dents rondes plus petites, alternes avec les précédentes et ayant pour diamètre 7 mm.

La pièce de Sében a des rapports avec *Mesodon gigas* Ag. sp. figuré par Pictet (Reptiles et Poissons de l'étage virgulien du Jura neuchâtelois, 1860, p. 48-50, pl. XI, fig. 1a et pl. XI, fig. 2). La pièce, fig. 1a, trouvée dans le Kimeridgien de la Joux (Chaux-du-Milieu), montre les rangées externes et non la rangée principale. Cette pièce ressemble à celle de Sében, mais les plus grandes dents externes sont réniformes, concaves en avant, et la concavité antérieure est plus prononcée ; ces dents sont aussi plus larges par rapport à la longueur.

Il y a de même des rapports avec *M. autissiodorensis* SAUV.

sp. du Barrémien d'Auxerre (*Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Yonne* (3), I, 1879, p. 38-43, pl. I, fig. 6), surtout si l'on considère la rangée la plus interne de la pièce de Sében, comme étant celle des dents principales. Mais chez *M. autissiodorensis* les dents principales sont cylindriques (les deux bords antérieur et postérieur sont semblables) et sont plus larges (rapport = 2). Les deux rangées les plus externes sont semblables à celles de la pièce de Sében.

Ainsi le *Mesodon* de Sében ressemble à des espèces du Jurassique supérieur et du Barrémien.

2° La Collette de Clars (Alpes-Maritimes). Niveau non déterminé. Barrémien ou Gault. (Communiqué par M. Guébbard). Une dent isolée, ovale, de forte taille.

3° M. Kilian a cité des dents isolées de *Mesodon* sp., recueillies avec *Notidanus aptiensis* par M. Déchaux (Faculté des Sciences de Grenoble) dans l'Aptien inférieur de l'Homme d'Armes près Montélimar (Drôme)¹.

Une dent provenant peut-être d'un *Mesodon* (pl. VIII, fig. 13) a été trouvée à Malleval (Isère), Hauterivien (coll. Gevrey).

Enfin M. Robert Douvillé m'a communiqué, au nom de M. L. Cayeux, un fragment de splénial gauche d'un Pycnodonte du genre *Mesodon*, où l'on voit quatre dents principales plus un débris. Ce fragment provient de Toulon et d'un niveau inconnu (Infracrétacé?). Il a des rapports avec *Mesodon affinis* PICTET sp. du Kimeridgien².

Gyrodus sp. — M. Kilian³ cite des dents isolées appartenant à ce genre de Pycnodontes, recueillies par M. Déchaux (Faculté des Sciences de Grenoble) dans l'Aptien inférieur de l'Homme d'Armes près Montélimar.

Au Muséum se trouve une dentition vomérienne complète de *Gyrodus* du Vigan (Gard); elle avait été donnée à P. Gervais par M. Donnadieu (pl. IX, fig. 6). Elle provient peut-être de l'Infracrétacé.

Anomædus Muensteri AG. sp.? — M. Arnaud⁴ cite dans l'Aptien de Gargas le *Pycnodus complanatus* AG. (= *Anomædus Muensteri* AG. sp.).

1. Voir *Lethæa geognostica, Palaeocretacicum*, 2° livr. 1910, p. 283.

2. M. W. Kilian (Contribution à la connaissance de l'Hauterivien du Sud-Est de la France, *Ass. Franç. Avan. Sciences, Congrès de Toulouse 1910*, p. 26) signale dans l'Hauterivien (il ne cite pas de localités) *Mesodon (Pycnodus) Couloni* AG. sp. Cette espèce, mal connue, fondée sur des dents détachées du Néocomien de Neuchâtel en Suisse, a été signalée dans l'Hauterivien et le Barrémien du Bassin de Paris.

3. Voir *Lethæa geognostica, Palaeocretacicum*, 2° livr., 1910, p. 283.

4. E. ARNAUD. *B.S.G.F.*, (3), t. X, 1881, p. 132.

Des dents isolées de la rangée principale, appartenant peut-être à cette espèce, proviennent des localités suivantes: Allan (Drôme), Albien, extrême base de l'étage, (coll. Gevrey); Le Rimet-Les Ravix (Isère), Albien (Faculté des Sciences de Grenoble)¹.

Cælodus sp. — Dents isolées. Les Prés de Rencurel (Isère), Albien, zone au-dessus de l'extrême base (coll. Gevrey).

Je citerai du calcaire néocomien de Ganges (Hérault) une dentition vomérienne presque complète, peut-être de *Cælodus*, figurée sous le nom de *Pycnodus* par Gervais (Zool. et Pal. Franç., 2^e édition, 1859, p. 523, fig. 49). Elle appartient à la collection de la Faculté des Sciences de Montpellier. Prise d'abord pour un fragment de mosaïque, elle avait été placée dans une collection archéologique.

Pycnodus affinis MATHERON (non PICTET). — Dents isolées. Orgon (Bouches-du-Rhône), Barrémien (Urgonien)².

Pycnodontes indéterminés. — 1^o P. Gervais³ cite des débris de *Pycnodus* divers dans le calcaire à *Requienia ammonia* d'Orgon (Aptien) et dans les grès verts (Albien) de la Drôme.

2^o Clansayes (Venterol), Aptien ou Albien (coll. Cottreau), une dent ronde et deux dents elliptiques courbes de *Pycnodontes*; Clansayes, Albien, extrême base de l'étage (coll. Gevrey), dent crochue, sans racine, à face postérieure courbe usée par la mastication; elle a des rapports avec *Ancistrodon*, mais n'est pas comprimée latéralement; c'est sans doute une dent préhensile de *Pycnodonte*.

3^o Je signalerai une dent étroite et allongée de *Pycnodontes*, du Valanginien de Malleval (Isère) (coll. Gevrey), et une petite dent ronde provenant de l'Albien des Ravix (Isère) (même collection).

Protosphyraena ferox LEIDY. — Dents. M. Arnaud a donné le nom de *Saurocephalus Picteti* à des dents qu'il faut rapporter au genre et à l'espèce de Leidy. M. Arnaud cite comme localités (*B. S. G. F.*, [3], t. X, 1881, p. 132) l'Aptien de Saint-Saturnin-les-Apt (quartier de Croagnes) et Gargas. P. Gervais avait figuré des dents semblables de l'Aptien d'Apt, communiquées par Requien et E. Dumas⁴.

1. Il s'agit ici de deux localités différentes dont une même étiquette porte les noms.

2. P. MATHERON. Rech. Pal. Midi France, 1878, pl. C-17, fig. 5 (seulement figuré). — E. ARNAUD. *Loc. cit.*, p. 133-134. Le Poisson a été trouvé, d'après M. Arnaud, dans les assises inférieures de l'Urgonien.

3. P. GERVAIS. *Loc. cit.*, 2^e édition, p. 532.

4. P. GERVAIS. *Loc. cit.*, 1^{re} édition, Expl. Poiss. Foss., p. 7, 2^e édition, p. 522, dit que c'est *Saurocephalus ferox* HARLAN probablement, genre *Protosphyraena* LEIDY, et 2^e édition, p. 532, il cite *Saurocephalus ? ferox*, Aptien de Gargas (Vaucluse) et indique les figures citées précédemment.

Je puis citer aussi un débris de dent striée et aplatie de *Protosphyræna* provenant du Plan de Monsalaz (Basses-Alpes), Aptien (Faculté des Sciences de Grenoble, Reboul).

Clupéidés ? — Marnes de Rosans (Hautes-Alpes), Aptien (Faculté des Sciences de Grenoble, Ch. Lory, 1879).

Ch. Lory¹ a recueilli à Rosans de nombreuses concrétions contenant des restes de Poissons : débris de rayons détachés, fragments de nageoires, écailles, petites vertèbres avec apophyses épineuses et ventrales. Il s'agit peut-être de Clupéidés tels que *Scombroclupea* ? KNER, type de l'Infracrétacé et du Crétacé.

Histialosa Thiollieri P. GERVAIS. — Beaufort (Drôme), Aptien². Il s'agit d'un Poisson à longue dorsale en forme de voile et ayant des rapports avec l'Alose (Clupéidés), recueilli par M. P. de Rouville. Le docteur A. S. Woodward le range avec doute parmi les Elopides et le regarde comme peut-être identique génériquement à *Hemielopopsis* BASSANI de l'Infracrétacé supérieur (ou Céno-manien inférieur) de Lesina (Delmatia).

Je citerai enfin des vertèbres amphicœliques, comme une vertèbre trouvée dans le Valanginien inférieur de Saint-Julien (Hautes-Alpes)³ ; d'autres signalées dans l'Aptien de la Fauge par M. Ch. Jacob (p. 55, coll. A. Gras. Muséum de Grenoble), enfin un fragment indéterminable des marnes aptiennes de Camir (Basses-Alpes) (communiqué par M. Kilian ; Faculté des Sciences de Grenoble, coll. Zürcher).

RÉSUMÉ. — Si l'on range d'un côté les Poissons trouvés dans les étages inférieurs de l'Infracrétacé et de l'autre ceux trouvés dans l'Albien, on a le tableau suivant :

ÉTAGES INFÉRIEURS
DE L'INFRACRÉTACÉ

ALBIEN

	<i>Ptychodus decurrens</i> Ag.
	— <i>polygyrus</i> Ag.
<i>Strophodus</i> sp.	<i>Strophodus</i> sp.

1. CH. LORY. Note sur un gisement de Poissons fossiles dans les marnes aptiennes de Rosans (Hautes-Alpes). *B.S.G.F.*, [3], VII, 1879, p. 677-678. L'auteur parle de ces concrétions calcaires à débris de Poissons contenues dans les marnes noires de Rosans à *Belemnopsis* (*Belemnites*) *semicanaliculatus*. Il dit qu'un autre gisement du même étage est celui des marnes de Beaufort près Crest (Drôme). M. VILLOT (*B.S.G.F.*, [3], IX, 1881, p. 384), à propos de la note précédente, dit qu'il a trouvé en 1860 un gisement de Poissons dans l'Aptien de la vallée de la Doua (Vaucluse). Les débris qu'il a trouvés (petites dents, peut-être fragments de mâchoires) sont probablement à l'École des Maîtres Mineurs d'Alais.

2. *Ann. Sc. nat., Zool.*, (4), III, 1855, p. 330, pl. iv, fig. 2, et *Zool. Pal. Franç.* 2^e édition, 1859, p. 521-522.

3. W. KILIAN. *C.R. Ass. franç. Avan. Sciences, Congrès de Lille, 1909*, p. 477.

Notidanus aptiensis PICTET
Orthacodus (Sphenodus) sabaudianus PICTET sp.

Scapanorhynchus subulatus Ag. sp.
 — *rhaphiodon* Ag. sp.

Lamna appendiculata Ag. sp.

Lepidotus maximus WAGNER

Mesodon sp.

Gyrodus sp.

Anomæodus Muensteri? Ag. sp.

Pycnodus affinis MATHERON

Pycnodontes indéterminés.

Protosphyraena ferox LEIDY

Clupeidés?

Histialosa Thiollieri P. GERVAIS.

Scapanorhynchus subulatus Ag. sp.
 — *rhaphiodon* Ag. sp.
 — *macrorhizus* COPE sp.

Oxyrhina angustidens REUSS

— *macrorhiza* PICTET et
 CAMPICHE

Lamna appendiculata Ag. sp.

Otodus sulcatus GEINITZ

Ischyodus sp.

Anomæodus Muensteri Ag.

Cælodus sp.

Pycnodontes indéterminés.

Dans l'Albien on trouve les formes qui se continuent plus haut dans le Crétacé, sauf toutefois *Strophodus* du type jurassique. Dans les étages inférieurs de l'Infracrétacé il y a déjà des types crétacés : *Scapanorhynchus subulatus*, *S. rhaphiodon*, *Lamna appendiculata*, *Protosphyraena ferox*, mais on y voit des types jurassiques : *Strophodus*, *Orthacodus*, *Lepidotus*, *Mesodon*, *Gyrodus*. Ces étages inférieurs présentent nettement, au point de vue ichthyologique, un caractère de transition.

IV. CRÉTACÉ DU SUD-EST

Je ne puis citer que très peu de débris de Poissons trouvés dans le Crétacé du Sud-Est de la France.

Ptychodus decurrens Ag. — Caussols (Alpes-Maritimes, quartier de l'Adrech, Cénomaniens, deux dents typiques trouvées par M. Chaix, communiquées par M. le Dr Guébard.

J'ai vu aussi au Musée de Cannes (Alpes-Maritimes) deux dents abimées, probablement de cette espèce. Elles provenaient des « terrains crétacés » de la Doire (Alpes-Maritimes) et portaient cette mention « très rares ».

Scapanorhynchus subulatus Ag. sp. — Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes-Maritimes). Cénomaniens à *Ostrea columba maxima* (coll. Guébbard). Dents.

Cœlodus sp. — La Colle (Alpes-Maritimes), Cénomaniens (coll. Guébbard). Dent isolée.

Cœlodus aff. *parallelus* DIXON sp. — Murviel (Hérault), niveau indéterminé¹. Il s'agit d'une dentition vomérienne conservée au Muséum (pl. IX, fig. 7). On doit la rapprocher de *C. parallelus* DIXON sp. du Sénonien, dont on ne connaît que la dentition spléniale.

Anomæodus Cottreai n. sp. — Barry (Drôme), Turonien, couche à *Sphenodiscus (Ammonites) requienianus* (coll. Cottreau).

Il s'agit d'un fragment intéressant d'une petite dentition spléniale gauche (pl. IX, fig. 8). Trois dents principales sont conservées; elles sont disposées très obliquement, grossièrement ovales, avec l'extrémité intérieure pointue; le grand diamètre est environ double du petit. Il y a deux rangées de dents externes grossièrement arrondies et deux petites dents arrondies représentant une rangée interne.

Cette dentition d'*Anomæodus* diffère de celle des espèces connues, comme *A. angustus*, *A. Muensteri*, *A. subclavatus* Ag. sp., par ses dents principales très obliques et leur grand diamètre double seulement (au lieu du triple ou davantage) du petit diamètre; en outre elles ne sont pas arquées. Chez *A. Willetti* A. S. Woodward du Turonien du Sussex, les dents principales sont aussi placées obliquement; mais l'*Anomæodus* de Barry en diffère parce que chez lui les dents principales sont plus régulières de forme et de longueur, enfin la disposition des dents est plus régulière. L'*Anomæodus* de Barry semble donc représenter une espèce nouvelle que nous appellerons *A. Cottreai*.

V. CRÉTACÉ DU SUD-OUEST

Les Poissons du Crétacé du Sud-Ouest de la France ont été surtout étudiés par Coquand et le Dr Sauvage². J'ai eu l'occa-

1. Il y a deux Murviel dans l'Hérault: Murviel-les-Montpellier et Murviel, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Béziers. — J'ai figuré des dents isolées de *Cœlodus parallelus* d'Orville (Pas-de-Calais). Voir: *B.S.G.F.*, (3), XXIV, 1896, pl. IX, fig. 23-25. (Dans la bibliographie, p. 292, ligne 11, au lieu de: page 356, lire: page 256).

2. H. COQUAND. Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente, 1858-60; t. II, Marseille, 1860, p. 97-98, 126-127, 133-134, 157-158. — H.-E. SAUVAGE. Sur quelques Squales de la craie des Charentes (*B. S. G. F.*, (3), VIII, 1880, p. 455-458, pl. III, fig. 2-4). — Sur le *Gyrodus carentonensis* Coq. (*Id.*, p. 459-460, pl. XIV, fig. 1). — Sur le *Pycnodus distans* Coq. (*Id.*, p. 460-461, pl. XIV, fig. 4).

sion d'examiner un certain nombre de Poissons de diverses localités. La liste des Poissons du Sud-Ouest est la suivante :

ÉLASMOBRANCHES

Ptychodus rugosus DIXON. — Périgueux (Dordogne), craie glauconieuse, Sénonien inférieur (coll. d'Archiac), Muséum. J'ai déterminé et figuré une grosse dent et deux plus petites de cette espèce et de cette provenance¹.

Coquand cite dans le « Campanien » de Montignac (Dordogne)² une espèce nouvelle : *Ptychodus Pauli*. La description qu'il en donne (sans figure comme pour ses autres espèces), me paraît être insuffisante pour l'identification.

Orthodon Condamyi COQUAND — Cognac (Charente), Coniacien (Sénonien inférieur). Il s'agit probablement de dents de Scylliidés (Voir A. S. WOODWARD, *loc. cit.*, part. I, 1899, p. 344).

Scapanorhynchus subulatus AG. sp. — Dents nombreuses. Le Pech del Trel, près de Fumel (Lot-et-Garonne) et Got (Dordogne), à la limite des deux départements. Campanien (Sénonien supérieur) (Musée d'Agen).

L'espèce se trouve, d'après Coquand, dans le Santonien supérieur (Sénonien inférieur) de Toutblanc près Cognac (Charente). On doit probablement placer ici les dents des argiles tégulines (Carentonien) de la Charente appelées par le D^r Sauvage *Odon-taspis gracilis* AG.

Scapanorhynchus raphiodon AG. sp. — Dents nombreuses. Le Pech del Trel près Fumel et Got, Campanien (Sénonien supérieur) (Musée d'Agen).

D'après le D^r Sauvage, il faut rapporter sans doute à cette espèce *Lamna Trigeri* COQUAND, du Carentonien (Cénomancien) de Sillac près d'Angoulême (Charente).

Scapanorhynchus ? sp. — Dent. Région de Meschers près Royan (Charente-Inférieure). Dordonien (Sénonien supérieur) (coll. Ch. Janet).

1. F. PRIEM. Sur des dents de Poissons du Crétacé supérieur de France (*B. S. G. F.*, (3), XXIV, 1896, p. 290-291, pl. IX, fig. 18-20). Je profite de l'occasion pour faire une correction. J'ai figuré sous le même nom de *P. rugosus* (voir p. 291, pl. IX, fig. 21-22) deux dents de la collection d'Archiac provenant de la craie blanche (sans indication de localité) et étiquetées *P. mammillaris* AG. En réalité si la dent de la fig. 22 rappelle *P. rugosus*, celle de la fig. 21 est une dent de *P. mammillaris*.

2. D'après Coquand, *loc. cit.*, p. 157-158, le gisement de Montignac serait campanien. En réalité il est coniacien (voir E. ARNAUD, *B. S. G. F.*, [3], XV, 1887, p. 900 et 902).

C'est une dent incomplète, sans racine ni pointe, droite, à bords tranchants, assez épaisse ; la face interne est striée à la base, la face externe lisse.

Oxyrhina Mantelli AG. — Dents. C'est probablement à cette espèce qu'il faut rapporter *Lamna petrocoriensis* COQUAND du Coniacien (Sénonien inférieur) de Montignac (Dordogne). Voir A. S. WOODWARD, *loc. cit.*, part. I, p. 377,

J'y rapporterai aussi, avec doute, une dent de la craie glauconieuse (Sénonien inférieur) de Périgueux (coll. d'Archiac, Muséum). Elle est en partie brisée, avec quelques traces de plis à la face externe ; elle ne paraît pas avoir eu de denticules latéraux (Elle était étiquetée *Otodus semiplicatus?* MÜNSTER).

Oxyrhina subinflata AG. — Dents. Cité par le D^r Sauvage dans le calcaire à *Terebratula pectita*, Carentonien (Cénomanién) de la Charente.

Lamna appendiculata AG. sp. — Dents. L'espèce est citée par le D^r Sauvage dans les argiles tégulines et le calcaire à *Terebratula pectita*. Carentonien (Cénomanién) de la Charente. On doit y ranger les dents trouvées dans ce calcaire et appelées par le D^r Sauvage *Lamna acuminata* AG. Le Musée d'Agen renferme des dents de cette espèce provenant du Campanien (Sénonien supérieur) du Pech del Trel près Fumel et de Got.

Lamna Marroti COQUAND sp. — Dent. Coniacien (Sénonien inférieur de Montignac). D'après la description donnée par Coquand, cette dent ne paraît pas différer notablement de l'espèce précédente¹.

Lamna sp. — Dents décrites par le D^r Sauvage sous le nom de *Galeocerdo Tremauxi* et provenant de La Madeleine (Charente), argiles tégulines. Carentonien (Cénomanién). Elles ont des rapports avec *L. serra* A. S. WOODWARD (voir A. S. Woodward, *loc. cit.*, part. I, p. 401).

Otodus sulcatus GEINITZ. — Dents. L'espèce se trouve, d'après le D^r Sauvage, dans le calcaire à *Terebratella pectita* du Carentonien (Cénomanién) de la Charente. Il y rattache aussi l'*Otodus Michoni* COQUAND du Carentonien de Sillac. Le D^r A. S. Woodward rapporte avec doute à la même espèce (*loc. cit.*, part. I, p. 298) l'*Odontaspis Rochebrunei* SAUVAGE des argiles tégulines (Carentonien) de la tranchée de Pisani (Charente).

On doit rapporter à *Otodus sulcatus* des dents provenant de Sauveterre de Lemance, canton de Fumel (Lot-et-Garonne).

1. D'après Coquand, cette dent se trouverait à l'École des Mines. Je l'ai vainement cherchée dans les collections paléontologiques de cette École.

Musée d'Agen. Ces dents, d'après une indication fournie par notre confrère, M. R. Fourtau, pourraient provenir aussi bien du Turonien que du Sénonien, tous deux représentés dans cette localité. Sur la face interne des dents il y a des plis qui se retrouvent sur les mamelons latéraux. Ceux-ci, larges, sont presque en continuité avec la pointe principale, dont la face externe porte un pli médian allant jusqu'en haut et des plis plus courts à la base.

Corax falcatus Ag. — Dents. L'espèce se trouve dans le Carentonien (Cénomanién) et le Santonien (Sénonien inférieur) de la Charente, d'après le Dr Sauvage. Il faut aussi rapporter, d'après lui, *Corax elongatus* COQUAND du Carentonien de Sillac, et *Corax Boreaui* COQUAND du Santonien supérieur de Toutblanc.

Certaines dents du Carentonien de Sillac sont appelées par Coquand *Corax parallelus* et *Corax trapezoidalis*; il faut probablement les rapporter aussi à *Corax falcatus*¹.

Je citerai une petite dent de *Corax falcatus* provenant de la Charente-Inférieure (Muséum, niveau non indiqué, don de M. de Toyon, de Saint-Ciers du Taillon près Mirambeau, Charente-Inférieure).

L'espèce se trouve aussi dans le Campanien (Sénonien supérieur) du Pech del Trel près Fumel (Musée d'Agen).

Corax pristodontus Ag. — Dents. Meschers près Royan (Charente-Inférieure), Sénonien supérieur (coll. de Vibraye, Muséum); falaise de Meschers et Talmont-sur-Gironde (Charente-Inférieure), Dordonien (Sénonien supérieur) (coll. Ch. Janet); Le Pech del Trel près de Fumel, Campanien (Sénonien supérieur). (Musée d'Agen).

De petites vertèbres de Squales proviennent aussi du Pech del Trel. Dans les couches à *Ostrea vesicularis*, Santonien, de Saint-Palais près Royan, M. Ch. Janet a trouvé un fragment qui pourrait être un débris de vertèbre de Squale. Il y a aussi, d'après Coquand, des vertèbres (de Squales probablement) dans le Carentonien de Sillac.

TÉLÉOSTOMES

Cælodus (Gyrodus) carentonensis COQUAND sp. — Cénomanién à *Caprina adversa* de Pont de Basseau près d'Angoulême. Portion du vomer. Le Dr Sauvage range cette dentition dans son genre *Cosmodus*, mais on doit la placer dans le genre *Cælodus* (A. S. WOODWARD, *loc. cit.*, part. III, 1895, p. 257).

1. Il faut peut-être rapporter à cette espèce les dents des argiles tégulines du Carentonien que le Dr Sauvage appelle *Corax appendiculatus* Ag. D'après le Dr Sauvage, l'*Oxyrhina Arnaudi* COQUAND du Santonien supérieur de Lavie près Cognac serait probablement aussi un *Corax*.

Cælodus (Pycnodus) parallelus DIXON sp. — Cité par Coquand dans le Santonien supérieur de Toutblanc.

Anomæodus angustus AG. sp. — Craie de Périgueux (Sénonien inférieur) (coll. d'Archiac, Muséum) ; fragment de dentition spléniale droite avec trois dents principales (pl. IX, fig. 9).

Anomæodus (Pycnodus) distans COQUAND sp. — Dentition spléniale. Coquand le cite dans le Carentonien de Pont de Basseau près d'Angoulême. Le Dr Sauvage dit que l'espèce a été établie sur une pièce provenant des couches à *Ostrea vesicularis* (Sénonien inférieur) de la Charente. Le Dr Sauvage rapporte cette espèce à *Anomæodus angustus* AG. sp. ; mais suivant le Dr A. S. Woodward (*loc. cit.*, part. III, p. 260), c'est bien une espèce distincte.

Anomæodus subclavatus AG. sp. — 1° Craie du bassin de Bordeaux (Muséum ; donné par M. de Blainville). J'ai décrit et figuré cette espèce qui est un fragment de splénial droit¹.

2° Montignac (Dordogne), Coniacien (Sénonien inférieur) (École des Mines). Un splénial gauche bien conservé appartenant à cette espèce ou à une espèce voisine.

3° Crétacé supérieur du canton de Fumel (Lot-et-Garonne). Turonien ou Sénonien (Musée d'Agen). Fragment avec quatre dents de la rangée principale et quelques dents principales détachées².

Anomæodus? sp. — Avec doute je range dans le genre *Anomæodus* une dent spléniale isolée trouvée à Courçon (Charente-Inférieure), niveau non déterminé (coll. Sainte-Chapelle, Muséum³).

Pycnodus Rochebruni COQUAND. — Sillac, Carentonien, fragment peu déterminable ? dentition spléniale (*Anomæodus?*)

Pycnodus coniacensis COQUAND. — Saint-Martin-de-Cognac, Coniacien (Sénonien inférieur), portion de mâchoire.

Pycnodus occidentalis COQUAND. — Montignac (Dordogne), Coniacien. Portion de vomer et une dent isolée.

Pycnodontes indéterminés. — Le Crétacé supérieur du canton de Fumel (Turonien ou Sénonien) a fourni un certain nombre de dents de *Pycnodontes* conservées au Musée d'Agen.

1. F. PRIEM. *B. S. G. F.*, (3), t. XXIV, 1896, p. 293-294, pl. IX, fig. 26. Retourner la figure.

2. L'espèce est sénonienne, danienne et montienne.

3. Cette dent est étiquetée *Pycnodus Muensteri?* Coral-Rag. L'espèce *Anomæodus Muensteri* AG. sp. est infracrétacée et crétacée.

Certaines sont arrondies, usées au sommet avec des stries longitudinales sur les bords. Elles rappellent le genre *Gyrodus*, genre jurassique qui s'est peut-être continué dans le Crétacé (*Gyrodus? cretaceus* DIXON du Sénonien d'Angleterre).

D'autres sont arrondies ou allongées; il y a en outre deux dents plates, irrégulières, grossièrement triangulaires, et une dent préhensile de Pycnodonte.

Enfin je citerai un fragment de Poisson pycnodonte dont la tête manque. Il a été donné au Musée d'Agen par le Dr de Canlejac et provient de la Chapelle près Belvès (Dordogne). Les couches de cette localité sont, d'après M. Fourtau, la continuation du Campanien du Pech del Trel (Lot-et-Garonne)¹.

Ancistrodon (*Ankistrodus*) *splendens* L. DE KONINCK sp. — Les fossiles désignés sous ce nom sont probablement des dents préhensiles de Pycnodontes. Il y en a dans la craie de Meudon. On en trouve aussi dans la craie des Charentes.

Au Muséum est conservée une dent provenant d'Arvert (Charente-Inférieure). Elle a été figurée par Albert Gaudry (Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles secondaires, Paris, 1890, p. 167, fig. 263).

M. Arnaud a bien voulu me signaler une dent semblable qu'il a recueillie dans la craie de Talmont Caillau (Charente-Inférieure). Elle a pour dimensions : longueur 0 m. 030, largeur 0 m. 017; elle n'a presque pas de racine et elle est presque entièrement composée de la couronne pourvue de son émail. M. Arnaud précise le niveau géologique d'Arvert et de Talmont : c'est le Campanien P³ (Sénonien supérieur).

Enchodus lewesiensis MANTELL, sp. — Dents. Cité par Coquand dans le Santonien supérieur de Toutblanc près de Cognac.

Pachyrhizodus? sp. — Le Musée d'Agen possède aussi des dents remarquables trouvées dans le Crétacé supérieur (Turonien ou Sénonien) du canton de Fumel. Ce sont des dents recourbées, coniques, striées longitudinalement. Elles ressemblent à des dents de *Mososaurus*, mais pourraient appartenir à un Poisson du genre *Pachyrhizodus*.

On voit que le Crétacé du Sud-Ouest de la France ne renferme comme Poissons que des espèces banales du Crétacé avec peut-être quelques espèces particulières de Pycnodontes.

1. C'est à notre confrère M. René Fourtau que je dois d'avoir pu étudier un certain nombre de Poissons fossiles du Musée d'Agen.

LE MASSIF CRISTALLIN LIGURE

PAR **Pierre Termier** et **Jean Boussac**¹.

PLANCHE X.

Nous appelons, avec M. S. Franchi², *massif cristallin ligure* le complexe de granite, de gneiss et d'amphibolites du Savonese, qui constitue la côte méditerranéenne entre Celle Ligure et Zinola et qui, dans la montagne, s'avance jusqu'aux approches du Monte San Giorgio, et jusqu'à Corona et à Stella. Ce pays de roches cristallines s'étend sur environ 16 km. de l'Ouest à l'Est, dans sa plus grande longueur; du Nord au Sud, il a, au maximum, 10 km. de largeur. Ses limites sont approximativement indiquées sur la *Carta geologica delle Alpi occidentali*, à l'échelle de 1/400 000, publiée en 1908 par le R. Ufficio geologico, les notations et teintes 34, 35, 36 et γ , s'appliquant respectivement aux gneiss fins (avec micaschistes), aux orthogneiss, aux amphibolites, et enfin au granite. En 1909, M. G. Rovereto³, dans une note fort importante à laquelle nous renverrons souvent le lecteur, a donné deux autres cartes géologiques du massif cristallin ligure: l'une à l'échelle de 1/25 000 et en couleurs, pour la partie nord-ouest; l'autre, dans le texte, à l'échelle de 1/125 000, plus spécialement tectonique, et s'appliquant à la région méridionale.

Il y a un an, nous avons signalé⁴ ce fait étrange que le massif cristallin ligure est, en grande partie, formé de roches écrasées ou *mylonites*; que *ce pays de roches cristallines est un pays broyé*; qu'aucune contrée d'Europe, à notre connaissance, ne montre ni une pareille ampleur, ni une semblable généralité des phénomènes d'écrasement. Nous avons dit, en outre, que le massif en

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. S. FRANCHI. Nota preliminare sulla formazione gneissica e sulle rocce granitiche del massiccio cristallino ligure. *Bollett. del R. Comitato geol. d'Italia*, (3), vol. IV, 1893, p. 43-69.

3. G. ROVERETO. La zona di ricoprimento del Savonese e la questione dei calcescisti. *Bollett. della Soc. geol. italiana*, t. XXVIII, 1909.

4. P. TERMIER et J. BOUSSAC. Sur l'existence, dans l'Apennin ligure au Nord-Ouest de Gênes, d'un passage latéral de la série cristallophyllienne dite « des schistes lustrés » à la série sédimentaire ophiolitique de l'Apennin; *C.R. Ac. Sc.*, t. CLII, p. 1361. — Sur les mylonites de la région de Savone; *id.*, *ibid.*, p. 1550. — Sur le caractère *exotique* du complexe de gneiss et de granite que l'on a appelé le *massif cristallin ligure*, et sur la séparation de l'Apennin et des Alpes. *Id.*, *ibid.*, p. 1642.

question est violemment introduit, à la façon d'un coin, entre l'Apennin et les Alpes; que c'est lui, par conséquent, qui sépare ces deux éléments de la chaîne tertiaire, d'un style tectonique si différent. Une année a passé sur ces affirmations audacieuses; et aucune voix ne s'est encore élevée pour nous contredire. Nous avons eu, tout au contraire, la joie de voir, dans deux des coupes à travers les Alpes occidentales dessinées par notre ami Émile Argand et publiées par la Commission de la Carte géologique suisse¹, le massif cristallin ligure représenté comme nous l'aurions figuré nous-mêmes, c'est-à-dire comme un coin forcé entre Apennin et Alpes et séparé de l'Apennin et des Alpes. par deux surfaces de charriage.

Le moment nous semble venu de préciser nos descriptions. Si nous ne nous trompons pas, et si le massif cristallin ligure est bien ce que nous avons dit, il ne peut manquer de devenir rapidement classique: classique pour les pétrographes, qui ne trouveront nulle part de si beaux phénomènes de broyage et de laminage; classique pour les tectoniciens, qui voudront admirer, après nous, cet étonnant exemple, unique à l'heure actuelle dans la science, d'un lambeau *exotique* séparant mécaniquement deux pays de montagnes, ayant glissé *sous* l'un et ayant chevauché *sur* l'autre. A tous ces visiteurs du Savonese, il faut une description un peu plus détaillée que celle de nos notes préliminaires de 1911. Tel est l'objet du présent travail.

Nous y joignons une planche en couleurs (pl. X) comprenant la carte géologique sommaire du Savonese à l'échelle de 1/100 000, et deux coupes verticales schématiques à travers le massif cristallin ligure, à la même échelle. Il va sans dire que, pour le tracé de la carte, nous avons largement profité des cartes existantes, dressées par nos confrères d'Italie. Nous n'avons point la prétention de donner ici des contours définitifs: les limites de l'Oligocène, qui n'importent pas à l'objet de ce mémoire, sont seulement approximatives; et, pour les autres limites, nous sommes quelquefois, comme nos prédécesseurs, demeurés dans l'incertitude. C'est ainsi que nous n'avons pu dessiner exactement le bord sud de la *fenêtre de Santuario* dans la ville même de Savone: cette *fenêtre* de Permo-Houiller comprend la Madonna degli Angeli et même une forte partie du versant sud de cette montagne; peut-être, comme nous l'avons admis, se ferme-t-elle sous Savone; peut-être aussi s'avance-t-elle en mer.

1. E. ARGAND, Coupes géologiques dans les Alpes occidentales. *Mat. pour la Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXVII, pl. III (coupes accompagnant la carte spéciale n° 64).

I. — LES ROCHES DU MASSIF CRISTALLIN LIGURE : ROCHES FRAÎCHES,
ROCHES BROYÉES.

Il y a, dans le massif cristallin ligure, du granite, des amphibolites, et des gneiss à biotite. Ces divers termes sont souvent *mylonitisés*, mais de façon très inégale. Comme toujours, c'est le granite qui a le plus souffert; c'est lui surtout qui est transformé en des roches singulières et innommables, et, à cause de cela, la part qui lui est faite sur les cartes géologiques italiennes est très insuffisante. Sur la carte à 1/25 000 de M. Rovereto, la plupart des assises désignées comme *gneiss tipici* sont des mylonites granitiques. Sur la carte des Alpes occidentales, à 1/400 000, on a rapporté aux gneiss (notation 34) ou au Permo-Houiller (notation 25) beaucoup de granite écrasé et laminé, entre Quiliano et Savone, par exemple sous le village et le fort de la Madonna del Monte.

Pour la description pétrographique des roches fraîches, nous n'aurons que très peu de chose à ajouter au mémoire, déjà cité, de M. S. Franchi, mémoire où le lecteur trouvera un index bibliographique des travaux antérieurs à 1893. Pour ce qui est des mylonites, nous rappelons, une fois pour toutes, que les roches singulières et aberrantes qui résultent de l'écrasement n'ont pas échappé à l'attention de nos devanciers. Pareto¹, en 1846, signalait déjà le caractère *protoginique* du granite des environs de Savone. M. de Stefani², en 1887, plaçait dans la série des *apenninites*, sous le nom de *grauwackes*, des sortes de brèches auxquelles il attribuait une origine sédimentaire et qui sont en réalité des brèches de broyage. M. S. Franchi, dans son mémoire de 1893, a montré l'existence de la structure *cataclastique* dans tous les échantillons étudiés par lui, échantillons que l'on sent avoir été choisis, cependant, parmi les moins broyés, les plus frais, les plus semblables aux roches saines des contrées tranquilles. En 1893 encore, M. G. Rovereto³ parlait des *apenninites noduleuses et granitiques*; et, ce qu'il nommait ainsi, ce sont évidemment nos mylonites. En 1895, le même géologue⁴ décrivait, parmi les gneiss, les amphibolites et les granites du Savonese, des types *bréchiformes* dont l'origine restait pour lui énig-

1. L. PARETO. Descrizione di Genova e del Genovesato, Gênes, 1846.

2. C. DE STEFANI. L'Apennino fra il colle dell'Altare e la Polcevera. *Boll. della Soc. geol. italiana*, t. VI, 1887, p. 235-263.

3. G. ROVERETO. La serie degli scisti e delle serpentine antiche in Liguria. *Atti della Soc. ligustica di Scienze nat.*, anno IV, fasc. II, 1893.

4. Id. Arcaico e paleozoico nel Savonese. *Boll. della Soc. geol. italiana*, t. XIV, 1895, p. 37-75.

matique, des types schisteux dus au laminage, des types *aphanitiques* où l'on reconnaît aujourd'hui nos roches à écrasement complet, et de prétendus *phénomènes de contact*, interprétés comme phénomènes de métamorphisme, mais qui ne sont que l'exagération de l'écrasement sur les bords du massif. Enfin, en 1909, sur la carte à 1/25 000 dont nous avons déjà parlé, M. Roverto dessinait des bandes de *granite laminé*; tandis que, dans le texte de sa note, il mentionnait çà et là des écrasements, soit dans le granite lui-même, soit dans le Trias ou les roches vertes qui reposent sur le massif granitique. Mais toutes ces mentions restaient timides, incomplètes et imprécises. Personne avant nous n'a vu, semble-t-il, en tout cas personne n'a osé dire que l'écrasement, le broyage, le laminage sont les *traits géologiques dominants, les véritables caractères* du massif cristallin ligure.

GRANITE. — Le granite du Savonese n'est presque jamais absolument indemne de froissement, presque jamais absolument sain : et telle est la raison de l'épithète *protoginique* que lui discernait Pareto. Le massif granitique s'étend de l'Ouest à l'Est, sur 16 kilomètres, du Sud au Nord sur 10 kilomètres, couvrant une surface totale d'au moins 100 kilomètres carrés; il est traversé par quatre ou cinq grandes routes, dont deux très fréquentées : et cependant, pas une seule carrière n'est ouverte dans le granite, pas même pour l'empierrement, tant la roche est fracturée et friable. Ce fait nous a paru très significatif.

Pour se faire une idée à peu près exacte de la véritable nature du granite, il faut remonter la vallée de la Sansobbia au Nord d'Ellera, ou l'un des ravins qui, des hauteurs du San Giorgio, du Bric della Brigna, du Negino ou du Castellazo, descendent vers la Sansobbia; ou bien encore suivre la voie du chemin de fer à l'Ouest du Rio Gea, et pénétrer dans les ravins profonds qui enserrent le M. Porcheria. Comme toujours, c'est dans le lit même des ruisseaux que l'on trouve les meilleurs échantillons de la roche.

C'est un granite¹ fréquemment porphyroïde, de couleur générale très claire; à grands cristaux assez frais, gris perle, de microcline-micropertchite; à cristaux plus fins, très blancs, d'un plagioclase fortement séricitisé; à quartz assez abondant, gris violacé, en grains irréguliers; à biotite noire, très ferreuse, presque toujours en voie de chloritisation et de limonitisation, et s'entourant alors d'une tache verdâtre ou rouillée qui envahit les feldspaths voisins.

1. S. FRANCHI. *Loc. cit.*, p. 59 à 62.

Voici les résultats de l'analyse chimique, par M. Jacques de Lapparent, d'un échantillon minutieusement choisi parmi les galets du lit du Letimbro, à Santuario, et choisi aussi frais que possible et offrant, autant que possible, l'aspect moyen du granite de tout le massif :

SiO ²	68,6
TiO ²	0,3
Al ² O ³	16,5
Fe ² O ³	0,8
FeO.....	2,3
MgO.....	0,6
CaO.....	1,9
K ² O.....	5,6
Na ² O.....	2,8
P ² O ⁵	0,3
Perte au feu.....	1,0
Total.....	100,7

Pour permettre des comparaisons, nous plaçons, dans le tableau suivant, les compositions centésimales : *a*, du granite du Mont-Blanc (d'après MM. Duparc et Mrazec¹) ; *b*, du granite de l'île d'Elbe (d'après M. Manasse²) ; *c*, du granite alcalin laminé (protogine) de la région de Ponte-Leccia, en Corse (d'après P. Termier et J. Deprat³).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
SiO ²	71,68	69,92	77,50
TiO ²	non dosé	non dosé	0,06
Al ² O ³	14,62	15,68	11,80
Fe ² O ³	nonséparé	non séparé	0,41
FeO.....	2,41	4,57	0,72
MgO.....	0,44	0,92	0,65
CaO.....	1,48	1,85	0,39
K ² O.....	5,01	3,18	4,18
Na ² O.....	3,64	4,35	3,10
P ² O ⁵	non dosé	0,24	non dosé
Perte au feu.....	0,77	0,59	1,90
Total.....	100,05	101,30	100,71

Le granite du Savonese s'éloigne des granites alcalins, tels que la *protogine* de Corse ou le granite du Pelvoux, par sa teneur en chaux relativement élevée. Ses analogies sont avec le granite du Mont-Blanc et le granite de l'île d'Elbe. Il ne faut pas oublier

1. L. DUPARC et L. MRAZEC. Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont Blanc. *Mém. de la Soc. de Physique et d'Hist. nat. de Genève*, t. XXXIII, 1898, n° 1, p. 50.

2. E. MANASSE. Stilbite e foresite nel granito elbano. *Mem. Soc. tosc. di Sc. nat.*, t. XVII, Pise, 1900.

3. P. TERMIER et J. DEPRAT. Le granite alcalin des nappes de la Corse orientale. *C.R. Ac. Sc.*, t. CXLVII, p. 208.

que la roche du Savonese dont nous avons donné l'analyse est fortement séricitisée dans son plagioclase, et que cette transformation secondaire peut très bien avoir renversé l'ordre d'importance relative de la potasse et de la soude. Nous croyons que, si l'on pouvait se procurer un échantillon absolument frais de granite du Savonese, et si l'on en faisait l'analyse, on trouverait une composition fort semblable à celle du granite de l'île d'Elbe. Toutefois, ce rapprochement reste un peu hypothétique, et l'on ne doit, à l'heure actuelle, en tirer aucune conclusion valable sur le lieu d'origine du massif cristallin ligure.

Dans tous les échantillons de granite du Savonese, même les plus frais, même les plus sains, on observe aisément des traces évidentes de froissement et de concassage. C'est la structure cataclastique au premier degré, signalée par M. Franchi: les gros feldspaths sont cassés et leurs morceaux, plus ou moins disjoints, sont recimentés; des veines d'écrasement et de friction (*quetschzonen*), remplies d'un mélange de minéraux finement broyés, parcourent la roche en tout sens, tantôt très visibles à l'œil nu, tantôt perceptibles au seul microscope.

Outre ce granite presque sain, que tout le monde reconnaît immédiatement comme granite, et les mylonites les plus singulières, les plus méconnaissables, les plus innommables, il y a tous les passages. Voici les stades principaux.

C'est d'abord un granite fissuré et bréchiforme. Les fissures à remplissage de débris (*quetschzonen*) deviennent nombreuses et larges; elles découpent le granite relativement intact en morceaux polyédriques de toute forme et de toute dimension. Aux affleurements, la dissolution plus active de ces zones d'écrasement met les gros morceaux de granite en relief. A une certaine distance, on dirait d'un conglomérat ou d'une brèche de granite. La cassure est déjà chaotique, l'aspect général peu granitique. La biotite a complètement disparu; et toute la roche est d'un vert pâle. D'admirables affleurements de cette variété bréchiforme s'observent à la sortie sud du village de Piazza, commune de Stella, dans un petit col où se croisent plusieurs chemins et par où l'on passe du vallon de la Sansobbia à celui du Riobasso.

Dans un deuxième stade, on a un granite incomplètement écrasé, quelque peu laminé. La roche est orientée par le laminage. Des amandes de quartz séparent des lits feldspathiques blancs, tachés de vert, onduleux, que disloquent des joints chloriteux, verdâtres ou rouillés, avec beaucoup de mica blanc secondaire. L'aspect général rappelle un fromage à pâte blanche et à moisissures vertes. Ce type est extrêmement commun, un peu

partout dans le massif: c'est lui qui apparaît sur la route de Savone à Altare, à partir du kilomètre 5; lui encore qui domine aux environs de la Bocchetta, dans le Monte Ciuto, sous le nouveau fort de la Madonna del Monte, enfin dans la vallée du Rio-basso. Presque partout, il a été reconnu comme granite; et il se mélange, en effet, avec du granite indemne.

Quand le laminage a été plus intense, on a un troisième stade; et c'est une roche semblable à un gneiss chloriteux, avec des lits grisâtres de quartz, des lits blancs de feldspath, des lits verts de chlorite. Ce troisième type est fréquent dans les bandes dénommées *gneiss tipici* et *gneiss minuti* de la carte de M. Rovereto. On le trouve associé à tous les autres types, et aussi à du granite presque sain, notamment aux environs d'Altare, à la Bocchetta, au Monte Ciuto, au Monte Negino, à Gageragna et à Sanda.

Un quatrième stade correspond à un écrasement incomplet, sans laminage. La roche n'est pas orientée. On y voit encore quelques gros grains de quartz, dans un fin mélange, malgré tout discernable, de feldspath blanc, de chlorite et de séricite. Des joints rouillés, souvent garnis de minces tablettes d'oligiste secondaire, traversent la masse. Plus encore que la roche du deuxième stade, ce type ressemble à un fromage blanc et vert; il va encore avec le deuxième stade et est presque aussi commun.

Viennent ensuite des roches étranges, qui ont perdu tout aspect granitique et dans lesquelles aucun minéral n'est vraiment discernable à l'œil nu. Ces types mylonitiques sont plus rares que les précédents et n'apparaissent guère que sur les bords, ou près des bords du massif, au voisinage des grandes surfaces de friction. On peut distinguer trois degrés encore dans cette *mylonitisation* plus avancée: nous les appellerons les stades 5, 6 et 7.

5 est une roche grise, ou gris verdâtre clair, d'aspect trachytique. La roche est d'apparence peu homogène, sans que l'on puisse donner des noms précis aux diverses taches qui accidentent la cassure.

6 est une *purée* parfaite. La roche est devenue semblable à un pétrosilex, ou à un phonolite, ou à une sorte de cire verdâtre dure. La cassure est esquilleuse, presque homogène. C'est le type *kakirite* de la Laponie suédoise¹ ou le type de la roche compacte de Montrambert², près de Saint-Etienne. Ça et là, on voit

1. P. J. HOLMQUIST. Die Hochgebirgsbildungen am Torneträsk in Lappland. *Livret-guide du XI^e Congrès géol. internat.*, n° 6, Stockholm, 1910.

2. P. TERMIER et G. FRIEDEL. Sur l'existence de phénomènes de charriage antérieurs au Stéphanien dans la région de Saint-Etienne. *C.R. Ac. Sci.*, t. CXLII, p. 1003. — La roche compacte en question a été trouvée au fond des puits de mine de Montrambert, entre le Houiller et les micaschistes: c'est un granite écrasé.

quelques veinules blanches, ou quelques grumeaux plus clairs, ou encore des taches noires.

7, enfin, correspond au laminage de la purée précédente. C'est un schiste sériciteux, doux au toucher, ressemblant à un talcschiste, avec des zones blanches ou gris clair, et des zones noires. *Même au microscope*, l'aspect granitique a disparu; et la véritable nature de la roche ne peut être établie que par le passage graduel de ce type à tous les autres.

Pour observer tous ces types de mylonites et les voir passer les uns aux autres et se mélanger au granite quasi-normal, il n'y a qu'à suivre la route d'Albissola à Stella, ou encore la route de Savone à Altare, ou à descendre de Cadibona à la Madonna del Monte, ou, enfin, à s'élever de Santuario au Monte Negino par l'un des multiples sentiers de la montagne.

Sur la route d'Albissola à Stella (route de Sassello), les mylonites commencent au village d'Albissola Superiore: ce sont des amphibolites écrasées, bréchiformes. Un peu avant le kilomètre 2, sur la gauche de la route, des travaux de terrassement pour un nouveau cimetière ont mis à jour des roches broyées de divers types, où l'on reconnaît, çà et là, de l'amphibolite et du granite. Entre les kilomètres 2 et 5, la route se tient dans les amphibolites, souvent absolument écrasées, parfois presque indemnes. Un peu au Sud du kilomètre 5, apparaît le granite, que l'on ne quitte plus jusqu'à Piazza, sauf sur quelques centaines de mètres, à Vetriera, où les Schistes lustrés, qui le recouvrent, descendent jusqu'à la route. Ce granite du Riobasso est partout plus ou moins écrasé, brisé, fissuré ou laminé, et l'on y observe toute espèce de mylonites. L'aspect de l'ensemble reste pourtant assez granitique, à cause de l'abondance des grands paquets de granite restés presque intacts au milieu de l'écrasement général. A Vetriera, dans le lit de la rivière, il y a des roches broyées du type Montrambert, et d'autres, grises avec taches noires, qui sont des mélanges mécaniques de granite finement broyé et de Schistes lustrés. A la montée de Piazza, le granite, toujours très mylonitique, est parfois changé en des schistes blancs, luisants, à séricite.

La route de Savone à Altare (route de Cairo-Montenotte) se tient dans le Permo-Houiller très métamorphique, parfois chargé de feldspath et transformé en de véritables gneiss, jusqu'au kilomètre 5. On entre alors dans le granite. La vallée s'élargit; les pentes deviennent moins rocheuses; les terres, au long des sentiers, sont de couleur plus claire, jaunâtre ou blanchâtre. Ce granite est d'abord fortement laminé; il a l'aspect de gneiss

chloriteux assez régulièrement inclinés vers l'Ouest, le paquet mylonitique reposant, en effet, sur le Permo-Houiller que l'on vient de traverser. Au bout d'un kilomètre environ, ces faux gneiss font place à des mylonites granitiques non orientées, du type 4 (fromage blanc et vert); puis, dans l'escarpement au Sud de la butte 331, viennent des gneiss, bientôt suivis d'amphibolites. Le granite reparaît un instant, très écrasé, un peu après Monte Moro; et, après un nouveau passage de gneiss et d'amphibolites, c'est le granite encore, mylonitique et laminé, que l'on observe au commencement de la montée de Cadibona, jusqu'à ce que tout soit caché par le grand lambeau oligocène. A la sortie de Cadibona, vers la petite chapelle où commence la montée de la Bocchetta, les mylonites reparaissent, faites le plus souvent de granite. Tout le fort de la Bocchetta est sur le granite écrasé. Ce sont encore des mylonites granitiques — surtout les types 2 et 4 — qui affleurent, sur les deux rives du vallon, jusqu'à l'entrée d'Altare. On les retrouve sur la route militaire qui passe, d'Altare, à la vallée de la Bormida. A l'Ouest de cette route militaire, dans le coteau qui sépare le ruisseau d'Altare de la Bormida, on voit assez nettement la mylonite granitique reposer sur des phyllades permo-houillers ou sur des gneiss fins, en petites plaquettes, évidemment associés à ces phyllades.

Sur la route militaire de Cadibona à la Madonna del Monte, on quitte l'Oligocène vers les maisons du point 312 (Cima di Monta) et, tout de suite, on voit affleurer de magnifiques mylonites, où s'associent, bréchiformes, ou complètement écrasées, des variétés gneissiques, amphiboliques et granitiques.

Les amphibolites dominent entre Cima di Monta et les lacets; puis ce sont les gneiss, concassés et laminés de toute façon, qui, dans les lacets de la route, prennent la prépondérance. On est d'ailleurs tout près de l'ancienne base de l'Oligocène, car, à la mylonite, dans les terres de surface, se mélangent des galets. Le granite reste assez rare. Le fort de Monte Ciuto est tout entier sur des gneiss brisés ou concassés. Au delà du fort, le long de la route qui descend rapidement, ce sont encore les gneiss qui dominent, souvent verticaux, traversés par des passages de belle mylonite granitique. Puis, à 1500 mètres, environ, à l'amont de la Madonna del Monte, on entre dans une bande d'amphibolites, un peu altérées, qui n'a pas moins d'un kilomètre de largeur. Ensuite vient le granite, très broyé, presque méconnaissable. C'est lui qui porte le village de la Madonna et le nouveau fort; et on le suit, dans les tranchées de la route neuve,

jusqu'au point 42 de la carte, toujours mylonitique et offrant un indescriptible mélange de toutes les variétés imaginables d'écrasement.

Au Nord de Santuario, les mylonites granitiques sont très intéressantes et d'aspect très varié. Dans le ravin du Loriano ¹, le contact du Permo-Houiller et de ces mylonites est un peu au Nord de la limite indiquée par M. Rovereto. Ce contact est horizontal. Les phyllades permo-houillers, noirâtres, sont surmontés par une mylonite compacte ou schisteuse, du type 6 ou du type 7, au dessus de laquelle, par exemple sur le sentier qui conduit à la Casa Agrin, vient du granite moins broyé, dont le caractère granitique est de plus en plus reconnaissable. De même, en montant vers le San Giorgio, on traverse, au dessus du Permo-Houiller, des mylonites laminées, d'aspect plus ou moins granitique, formant une large bande dirigée vers le Nord-Est, qui s'en va passer au M. Castellazo. Au delà de cette bande granitique, on coupe une bande de schistes verts et d'amphibolites laminées et altérées (Bric la Gomba); puis on rentre dans une nouvelle région granitique, comprenant le M. Negino, où le granite est à peu près partout laminé, et souvent transformé en des micaschistes blancs, à séricite. La carte à 1/25 000 de M. Rovereto ne donne qu'une idée très imparfaite de la répartition, dans ces parages, du granite, des vrais gneiss et des amphibolites : la plus grande partie de ses *gneiss tipici* (teinte brune) et de ses *micascisti gneissici* (hachures verticales rose pâle) correspond à des mylonites granitiques.

Il y a encore de très belles mylonites granitiques aux environs de Pian del Merlo. Toute la bande brune à hachures rouges de la carte de M. Rovereto (*quarziti micacee e scistose*), rapportée par cet auteur au Trias inférieur, est du granite écrasé devenu à peu près méconnaissable, qui ressemble, le plus souvent, à des gneiss tordus et gaufrés, d'un vert clair. On suit ce granite broyé jusqu'au Rio Canova, sur le chemin qui va de Pian del Merlo à San Bartolomeo. Le *granito laminato* et le *granito a grana minuta e microgranito* de M. Rovereto ne peuvent pas en être séparés et ne correspondent qu'à des variétés de mylonites.

GNEISS. — Les gneiss sont assez abondants dans le massif cristallin ligure; ils sont souvent à peu près intacts, indemnes de broyage, ou simplement fissurés, et ils ont gardé une allure plus ou moins réglée. Dans ce cas, les assises sont fréquemment

1. Consulter la carte à 1/25 000 de M. Rovereto, *loc. cit.*

verticales, ou très fortement redressées : et cette allure verticale ou quasi-verticale contraste avec l'allure, toujours voisine de l'horizontale, du Permo-Houiller sous-jacent, et des Schistes lustrés qui forment, au Nord et à l'Est, la couverture du massif.

Nulle part, les gneiss ne sont plus réguliers et plus frais que sur la route de la côte (route de Gênes), entre le port de Savone et Albissola Marina. Ce sont des gneiss à mica noir, alternant avec des micaschistes mous, et avec des quartzites bruns, durs, en petites plaquettes, qui sont des micaschistes très quartzeux, à biotite. Les bancs plongent au Sud-Ouest, ou à l'Ouest, vers Savone ; d'abord très inclinés, à la sortie de la ville, ils deviennent peu à peu presque horizontaux. Il y a deux passages de vraies mylonites, visibles sur la route, sous le M. Pasasco ; mais ces bandes écrasées n'ont, chacune, que quelques mètres de largeur. Partout ailleurs, les roches sont à peu près intactes.

Tout le versant ouest du M. Cucco est formé de roches gneissiques analogues ; mais l'allure des bancs est fréquemment troublée et brouillée, et, au voisinage de la route de Santuario, les assises sont, le plus souvent, verticales. Au Nord de cette bande de gneiss, dans le haut du M. Cucco, et sur la route d'Albissola Superiore à Ellera, les amphibolites, alternant d'abord avec les gneiss, prennent peu à peu la prépondérance.

Une deuxième région très gneissique du massif cristallin ligure apparaît sur l'autre bord de la *fenêtre permo-houillère*, dans la vallée du Lavanestro que remonte la route d'Altare, dans les hauteurs du M. Ciuto et dans la profonde vallée de la Quazola. Il semble bien que cette deuxième région gneissique soit le prolongement de la première, par-dessus la fenêtre où affleure le Permo-Houiller. En somme, de la Bocchetta à Albissola, dans la partie méridionale du massif cristallin ligure, une bande s'étend, dirigée de l'Ouest à l'Est, et large, du Sud au Nord, d'environ 3 kilomètres, bande dans laquelle dominant les gneiss. Cette bande est interrompue entre le M. Curlo et Marmorassi par l'apparition, *en fenêtre*, du Permo-Houiller sous-jacent. Vers la Madonna del Monte, la bande gneissique en question est flanquée, au Sud, d'une bande d'amphibolites, suivie elle-même de la zone granitique dont nous avons déjà parlé et qui est écrasée de façon extraordinaire :

Les gneiss du Lavanestro surgissent, sur la route d'Altare, en un promontoire escarpé, au Sud du point 331 de la carte. Ils sont, là, très redressés, avec plongée au Nord ou au Nord-Ouest,

un peu cassés, un peu laminés aussi. Au Sud, ils confinent à la mylonite granitique ; au Nord, aux amphibolites broyées de Monte Moro. Au delà de ces amphibolites, les gneiss forment une nouvelle bande, large d'un kilomètre environ, à assises verticales. Au kilomètre 8, la route traverse encore des amphibolites ; puis elle rentre dans des gneiss à allure agitée, tantôt verticaux, tantôt très plats, jusqu'au granite écrasé de la montée de Cadibona.

Aux environs de la Bocchetta, les gneiss sont un peu grenatifières. Ils ont souvent une couleur rougeâtre, de même que la mylonite granitique : cette couleur tient, sans nul doute, au voisinage de la surface de base de l'Oligocène, surface de base qui est elle-même la base d'un dépôt marin littoral. Parfois très broyés, au point de fournir des mylonites analogues à celles du granite, ils sont tout au moins concassés, divisés, par des fissures, en des paquets plus ou moins indemnes, mais déplacés les uns par rapport aux autres.

Des gneiss identiques, alternant d'abord avec des amphibolites, puis formant seuls la plupart des affleurements, s'observent entre Cadibona et le Monte Ciuto. La couleur rougeâtre continue d'être très fréquente. Certains bancs sont riches en muscovite. La plupart sont brisés et disloqués ; quelques-uns sont transformés en de véritables mylonites. La route qui descend du Monte Ciuto à la Madonna degli Angeli offre de beaux exemples de ces gneiss, tantôt concassés, tantôt broyés. La mylonitisation augmente beaucoup vers les mots *C. Paolino* de la carte à 1/100 000 de l'État-Major italien. C'est qu'alors la route s'approche de la limite du Permo-Houiller. Elle franchit ensuite cette limite, et pénètre dans une curieuse mylonite de phyllades et de quartzites permienés.

Ce sont encore des gneiss qui prédominent sous le village de Sanda, à l'extrême bord oriental du massif cristallin ligure, tout contre la limite des Schistes lustrés ou des roches vertes qui les accompagnent. Les gneiss de Sanda prolongent vraisemblablement ceux de Savone et d'Albissola. Ils offrent la particularité d'être chargés de veinules et de lentilles d'une *aplite blanche à tourmaline*. Dans l'écrasement de la roche, l'aplite est cassée et plus ou moins dispersée. Les tranchées de la route neuve par où l'on descend de Sanda sur Celle Ligure sont ouvertes, soit dans ces gneiss à veines et lentilles d'aplite, plus ou moins mylonitisés, soit dans les roches vertes des Schistes lustrés, également broyées et bréchiformes : à cause des lacets de la descente, on est tantôt en deçà, tantôt au delà du bord du massif gneissique.

AMPHIBOLITES. — Les amphibolites et les pyroxénites ouralitisées forment une large bande entre Ellera et Albissola Superiore. Cette bande traverse la vallée du Riobasso entre Albissola Superiore et le kilomètre 5 de la route de Sassello, mais elle est, dans cette vallée, beaucoup plus mélangée de gneiss, et même de granite, que dans la vallée de la Sansobbia. Il est probable que, plus à l'Est, vers Gameragna et Sanda, les termes amphiboliques disparaissent presque entièrement.

A l'Ouest de la Sansobbia, la même bande d'amphibolites se prolonge à travers le Monte Cucco, toujours mélangée d'assises de gneiss et d'amas granitiques. Dans le Bric dell' Amore et dans tout le ravin du Rio Fossato, les amphibolites dominent. Leur prolongement vers l'Ouest, ou le Sud-Ouest, n'est interrompu que par la *fenêtre* de Permo-Houiller. Au delà de cette fenêtre, elles reparaissent à Monte Moro, dans la vallée du Lavastretto. On les observe, alternant avec gneiss et granite, sur la route d'Altare, entre Monte Moro et l'Oligocène de Cadibona, et, sur les hauteurs, entre ce même Oligocène et le Monte Ciuto. La bande se poursuit, à travers la vallée de la Quazzola jusqu'à l'arête de Costa de Casa, presque perpendiculairement à la limite du Permo-Houiller.

Outre cette bande principale d'amphibolites, bien indiquée sur la carte géologique italienne à 1/400 000, il en est une autre, large d'environ 1 kilomètre, parallèle à la première et coupée par la route militaire du Monte Ciuto à la Madonna del Monte. Cette bande, non signalée par nos confrères italiens, passe à quelques centaines de mètres au Nord du village de la Madonna. Elle confine, au Sud, à la mylonite granitique.

Quelques autres intercalations de roches amphiboliques, moins importantes et moins continues, apparaissent çà et là dans les gneiss.

Les caractères pétrographiques de ces roches amphiboliques ont été très nettement décrits par M. Francchi : le pyroxène est fréquent dans les types bien conservés, et ce pyroxène est toujours en voie d'ouralitisation ; l'amphibole est souvent chloritisée ; le sphène est très habituel ; le feldspath est saussuritisé plus ou moins complètement. La couleur générale est le vert bleuâtre foncé : quelques variétés, plus amphiboliques, sont presque noires ; d'autres, très altérées, ont une teinte vert clair. La hornblende est presque toujours aisément discernable à l'œil nu. Le grenat n'est pas rare ; et il devient parfois, localement, très abondant.

Souvent intactes et bien réglées — en assises redressées ou ver-

ticales à direction générale Est-Ouest, comme dans la région du Bric dell'Amore —, les amphibolites sont, sur de nombreux points, brisées, ou même broyées. On a alors affaire à des roches bréchiformes d'aspect étrange, de couleur foncée, verte, ou vert bleuâtre, ou vert noirâtre. Les tranchées de la route d'Ellera montrent de nombreux exemples, et très divers, de ces mylonites d'amphibolites. Les plus beaux sont dans le village même d'Albissola Superiore.

Mais les mylonites d'amphibolites sont encore beaucoup plus belles à Monte Moro, sur la route d'Altare. Ce sont des brèches à gros débris, ressemblant, d'un peu loin, à de l'éboulis cimenté, ou à de la moraine. Les débris ont toute grosseur et toute forme; ils sont fréquemment arrondis par le frottement. La pâte qui les entoure est faite de l'écrasement plus complet de la même roche. De semblables brèches affleurent aux environs de Cima di Monta et jusqu'au voisinage du fort du Monte Ciuto.

Quant à la bande d'amphibolites du Sud, entre le Monte Ciuto et la Madonna del Monte, elle a beaucoup mieux résisté à l'écrasement; la plupart des affleurements, sur la route militaire, sont faits d'une amphibolite chloritisée, mais indemne de broyage et possédant encore une allure à peu près réglée.

RÉSUMÉ. — En résumé : la plus grande partie du massif cristallin ligure est faite d'un granite, assez analogue au granite de l'île d'Elbe, généralement mylonitisé; le reste est formé de gneiss et d'amphibolites, parfois alternant ensemble, parfois séparés sous forme de bandes homogènes, grossièrement parallèles. On peut évaluer approximativement à $2/3$, $1/6$, $1/6$, les proportions relatives du granite, des gneiss et des amphibolites.

Le granite occupe toute la partie nord du massif; il forme, en outre, une bande méridionale, bien visible à la Madonna del Monte; enfin, il apparaît, fréquemment, en amas, au milieu des amphibolites et des gneiss.

Les gneiss forment une large bande dirigée de l'Ouest à l'Est, ou du Sud-Ouest au Nord-Est, qui va de la Bocchetta et de Roviaska à Albissola et à Savone, sauf l'interruption résultant de la *fenêtre permo-houillère*.

Les amphibolites constituent deux bandes principales : l'une, qui passe à Monte Moro et à Ellera et qui borde au Sud le principal massif granitique; l'autre, qui passe un peu au Nord de la Madonna del Monte, et qui borde au Nord le massif granitique méridional.

Dans tout cela, malgré l'intensité de l'écrasement, se manifeste une allure : granite, gneiss et amphibolites se répartissent en plusieurs bandes orientées de l'Ouest à l'Est, ou du Sud-Ouest au Nord-Est. Dans les bandes gneissiques et amphiboliques, les couches sont habituellement très redressées : et c'est pour cela qu'il y a une allure d'ensemble.

Cette allure d'ensemble est, très évidemment, indépendante de l'allure des Schistes lustrés qui surmontent le massif, et de l'allure du Permo-Houiller qui en forme le substratum. L'indépendance saute aux yeux, quand on regarde une carte géologique. C'est ainsi que les bandes de gneiss et d'amphibolites sont sensiblement perpendiculaires à la limite des Schistes lustrés ou du Permo-Houiller. Il y a donc discordance complète entre les gneiss et amphibolites, d'une part, et, d'autre part, les phyllades permo-houillers ou les Schistes lustrés. Cette discordance, observable presque partout dans le détail, évidente dans l'ensemble, est *une première raison, et très forte, en faveur de l'origine exotique du massif cristallin ligure.*

II. — LA SURFACE SUPÉRIEURE DE CHARRIAGE.

Si l'on cherche à sortir du massif cristallin ligure par l'Est ou par le Nord, on constate aisément que ce massif est *recouvert* par le complexe des Schistes lustrés et des roches vertes ; qu'il s'enfonce sous ce complexe, suivant une surface ondulée, très souvent presque horizontale, qui, dans son ensemble, plonge faiblement vers l'Est, le Nord-Est ou le Nord. Et si l'on suit l'affleurement de cette surface de contact, on voit bien vite deux choses : d'abord, que les phénomènes de broyage, d'écrasement, de laminage, ne sont nulle part plus généraux et plus intenses qu'au voisinage de l'affleurement en question ; ensuite que des lentilles apparaissent, çà et là, dans le contact, lentilles écrasées ou brisées, faites de quartzites du Trias, ou de marbres phylliteux du Trias, ou de calcaires francs du Trias, ou enfin de phyllades permien.

La conclusion n'est pas douteuse : la surface de contact en question est une surface de charriage. Il y a eu déplacement relatif du massif cristallin ligure et de la couverture qui le surmonte, couverture formée surtout de Schistes lustrés et de roches vertes, mais dont la base était faite de phyllades permien, et de quartzites, de marbres et de calcaires triasiques. Et comme, ainsi que nous l'avons dit, la discordance est grande entre les gneiss et amphibolites d'une part, et, d'autre part, les assises de

la couverture, il est certain, d'ores et déjà, que le déplacement relatif a été considérable.

Suivons pas à pas l'affleurement de la surface de charriage ainsi définie, et précisons les faits ¹.

Le contact part de la côte à Celle Ligure. Caché par l'Oligocène à Celle même, il commence à affleurer, sur la route de Sanda, vers le cimetière de Celle : à partir de là, sa poursuite est très facile. Les affleurements sont nombreux ; et les roches, de part et d'autre du contact, sont fort différentes.

Coïncidant d'abord avec le fond du ravin, l'affleurement de la surface de charriage s'élève, à gauche, vers le village de Sanda. Il est sinueux ; la route est sinueuse aussi. De la sorte, on le recoupe plusieurs fois en montant. A l'Est de cet affleurement, ce sont des serpentines, très rocheuses, mais fissurées et laminées, parfois même broyées ; à l'Ouest, on a des gneiss à veinules et lentilles d'une aplite tourmalinifère. Ces gneiss sont disloqués, concassés. La dispersion des petits amas ou des petites veines d'aplite blanche est curieuse et rappelle les phénomènes analogues signalés par l'un de nous dans les gneiss de l'île d'Elbe. Le contact passe au col même sur lequel est bâti le village de Sanda. De là part, vers le Sud, un chemin qui descend à Albissola. Il suffit de marcher quelques instants sur ce chemin pour voir affleurer des mylonites granitiques, compactes ou schisteuses, du type Montrambert.

Entre Sanda et Gageragna, le chemin se tient dans les roches vertes, serpentine presque toujours, habituellement indemne de

1. Tout ce qui va suivre suppose que le lecteur connaît bien la stratigraphie de la région des Schistes lustrés. Nous rappelons que les Schistes lustrés sont une *série compréhensive métamorphique* d'âge secondaire et tertiaire, dont le terme le plus fréquent est un calcschiste micacé (*Kalkglimmerschiefer*) ; que, dans ces calcschistes micacés, s'intercalent d'innombrables amas de roches vertes (*pietre verdi*) ; que l'on voit, à Cogoleto, et, plus à l'Est, à Gazzò, le Trias former le substratum des Schistes lustrés ; que ce Trias, parfaitement concordant avec les Schistes lustrés, repose lui-même, en parfaite concordance, à Cogoleto et aussi entre Stella et le Monte San Giorgio, sur des phyllades versicolores qui représentent évidemment un faciès du Permien ; que le Trias en question offre exactement le faciès du Trias de la haute Maurienne et de la haute Tarentaise, le faciès du Trias de la Vanoise (quartzites, marbres phylliteux en plaquettes, calcaires francs de couleur blanche où MM. de Stefani et Rovereto ont trouvé des *Gyporelles*, cargoneules et gypses) ; que les phyllades, inférieurs au Trias et supposés permien, sont, non pas seulement analogues, mais *identiques* aux phyllades permien semi-métamorphiques du bord ouest de la Vanoise (Modane, Aussois, col de Chavière, Bozel, etc.). Pour toute cette stratigraphie, nous sommes d'accord avec nos collègues italiens MM. Franchi et Rovereto. Mais M. Rovereto, qui attribue comme nous au Permien les phyllades du versant est du Monte San Giorgio, a rapporté au Trias supérieur, dans la région de Montenotte Supérieure et dans celle du Monte Ormè, d'autres phyllades versicolores, dont l'identité avec les premiers nous a paru certaine.

broyage et de laminage. Gameragna est bâti, comme Sanda, sur un col, et qui correspond aussi au passage du contact. Le chemin qui descend de Gameragna vers le Sud montre bien vite des mylonites granitiques, tandis que le chemin de Gameragna à San Martino, qui suit les hauteurs, reste constamment dans les roches vertes ou les Schistes lustrés. L'affleurement de la surface de charriage va de Gameragna à Vetriera, suit le lit même du Riobasso jusqu'au kilomètre 6 de la route de Sassello, remonte ensuite assez haut dans le ravin de Cà da Volta, puis, tournant vers l'Ouest, vient franchir au village même de Piazza, chef-lieu de la commune de Stella, l'arête montagneuse entre la Sansobbia et le Riobasso. Ce tracé sinueux implique naturellement la quasi-horizontalité de la surface de charriage aux environs de Vetriera.

A Vetriera, ce sont des Schistes lustrés, calcschistes friables et luisants, horizontaux ou ondulés, qui reposent sur le granite broyé. Ces calcschistes sont bien visibles sur la route même. Dans le lit du Riobasso, on voit affleurer la mylonite granitique, grise et compacte, et aussi des mylonites tachées de noir qui sont des mélanges mécaniques de granite broyé et de calcschiste broyé. Au-dessus de Vetriera, dans les ravins ou sur les pentes, les roches vertes apparaissent, surmontant les schistes.

W. N. W.

E. S. E.

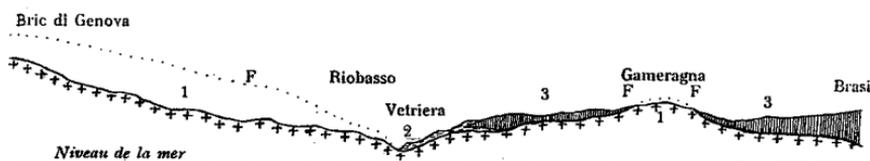


FIG. 1. — COUPE DE LA SURFACE SUPÉRIEURE DE CHARRIAGE ENTRE VETRIERA, GAMERAGNA ET I BRASI. — Échelle d'environ 1/40 000.

1, Mylonite granitique et granite; 2, Calcschistes micacés (Schistes lustrés); 3, Roches vertes; FF, Surface de charriage.

Dans le ravin de Cà da Volta, la surface de charriage plonge vers l'Est, sous un angle d'environ 30 degrés. Sur un granite plus ou moins mylonitique reposent *des brèches très rocheuses*, formant un gros banc de couleur sombre, visible de loin. Ces brèches sont une *mylonite complexe*, faite d'un *mélange de débris de granite, de roches vertes et de calcschistes*. Au-dessus viennent des roches vertes, serpentines ou gabbros, ces derniers de couleur très claire. Les roches vertes sont laminées, parfois même bréchiformes. Il faut arriver jusqu'au haut du ravin, vers le point 366, pour voir ces phénomènes de broyage s'atténuer et disparaître (fig. 2).

A Piazza, le contact est redevenu horizontal. Il semble affleurer sous l'église même, la butte au Sud étant de la mylonite granitique, et la sortie du village vers le Nord montrant, au contraire, des micaschistes verts, friables, horizontaux. On peut se demander si ces micaschistes appartiennent, stratigraphique-

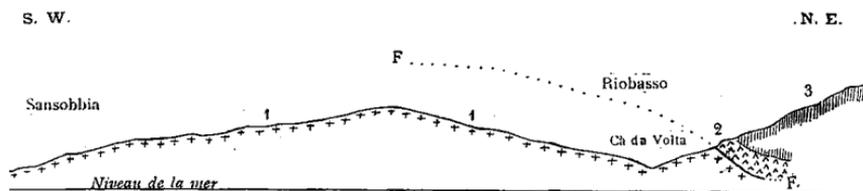


FIG. 2. — COUPE PAR LE RAVIN DE CA DA VOLTA. — Échelle d'environ 1/40 000.
1, Mylonite granitique et granite; 2, Brèche mylonitique complexe; 3, Roches vertes (gabbros); FF, Surface de charriage.

ment, aux Schistes lustrés, ou s'ils ne représentent pas un témoin de phyllades permiers, conservé dans la surface de charriage. Un peu plus loin, sur la route de Sàssello, une grande carrière est ouverte dans les Schistes lustrés typiques (calcschistes mica-cés), plongeant faiblement vers le Nord-Est.

Nous avons déjà signalé la beauté des mylonites bréchiformes, dans le granite, au petit col situé à deux ou trois cents mètres au Sud de Piazza.

De Piazza à Corona, l'affleurement de la surface de charriage est caché par les cultures. La route de Corona, par Contrado, se tient constamment dans les roches vertes, gabbros à grands cristaux (euphotides), habituellement indemnes de broyage, parfois écrasés (par exemple dans la gorge de la Sansobbia, entre Contrado et Rovieto).

Le contact reparaît dans le ravin à l'Ouest de Corona; il se montre alors vertical, ou plongeant très fortement vers l'Est, et l'on voit, dans ce contact, une lentille très écrasée de Trias et de Permien. La coupe est la suivante (fig. 3).

Les calcaires du Trias sont du type à *Gyroporelles* (calcaires francs de la Vanoise). Ils sont entièrement concassés, mais recimentés par de la calcite et redevenus très solides. Ils constituent une aiguille escarpée, haute de 30 à 40 m., et formée de strates verticales, ou quasi-verticales, dirigées vers le Nord. Au pied de cette aiguille calcaire, actuellement exploitée pour pierre à chaux, on a exploité autrefois un petit amas de gypse, invisible aujourd'hui. L'épaisseur des calcaires est, au maximum, de 50 à 60 m. Ils finissent en pointe, dans le ravin, à peu de distance au Sud.

Ce qui est tout à fait curieux et impressionnant, c'est de voir affleurer, sur le versant nord de l'aiguille calcaire, un peu de *quartzites blancs du Trias, mylonitiques et écrasés, ayant, au maximum, 2 m. d'épaisseur*; et, à côté d'eux, du côté du granite, des *phyllades permien, gris ou verts, épais de quelques mètres*. Plus à l'Ouest, vient le granite, très broyé d'abord, puis, bientôt, simplement froissé et très reconnaissable.

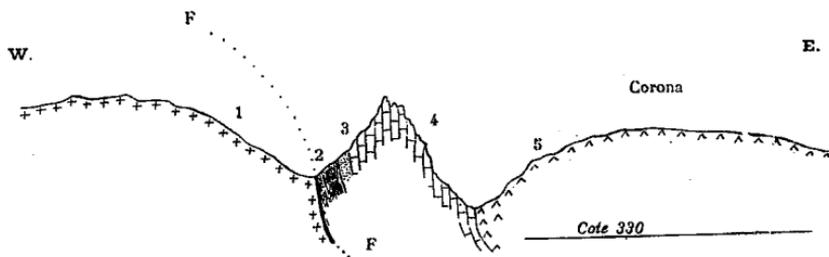


FIG. 3. — COUPE DE LA SURFACE SUPÉRIEURE DE CHARRIAGE A CORONA.
(simple croquis).

1, Mylonite granitique et granite ; 2, Phyllades permien ; 3, Quartzites ; 4, Calcaires triasiques ; 5, Roches vertes des Schistes lustrés ; FF, Surface de charriage.

Au Nord de Corona, l'affleurement de la surface de charriage tourne vers l'Ouest, dans le vallon qui entame le Bric del Giogo ; et le contact se couche graduellement, jusqu'à devenir très vite presque horizontal. Dans ce contact, le Trias et le Permien s'épaississent peu à peu, au fur et à mesure que diminue l'inclinaison. On entre alors dans le territoire cartographié, à l'échelle de 1/25 000, par M. Rovereto. La disposition relative des roches vertes, des calcaires triasiques et des phyllades permien est, grâce à notre confrère italien, très bien connue dans la haute crête qui, de Cascinotto, va au Monte San Giorgio, par Pietra Voiara. Entre les calcaires triasiques francs et les phyllades permien, affleurent des lentilles discontinues de quartzites. Les calcaires finissent eux-mêmes, en une pointe écrasée, entre Permien et roches vertes, sous le sommet de la Biscia, pour reparaître un peu plus loin, à l'origine du ravin de Montegrosso. Sous le sommet du San Giorgio, l'épaisseur du Trias n'est que de quelques dizaines de mètres ; mais les phyllades permien ont plus de 200 mètres de puissance. Voici la coupe un peu plus au Sud, par le travers de Naso di Gatto (fig. 4).

Les calcaires francs du Trias ont, ici, 30 ou 40 m. d'épaisseur. Les marbres phylliteux qui apparaissent au-dessous n'ont que quelques mètres : ce sont des *marbres à séricite*, identiques à ceux de la Vanoise. La lame de quartzites, d'allure lenticulaire,

est épaisse d'un mètre. Les phyllades permieniens sont de couleur sombre, gris sale, avec des intercalations de schistes verts, chloriteux, dérivant probablement de roches pyroxéniques. Ce Permien forme généralement l'arête de la montagne; il disparaît sous l'Oligocène un peu au Sud du point 840, sommet du San Giorgio.

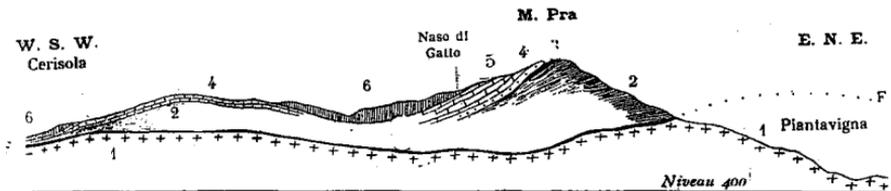


FIG. 4. — COUPE DE LA SURFACE SUPÉRIEURE DE CHARRIAGE A NASO DI GATTO, PRÈS DU M. SAN GIORGIO. — Échelle d'environ 1/25 000.

1, Mylonite granitique et granite; 2, Phyllades permieniens; 3, Quartzites du Trias; 4, Marbres phylliteux; 5, Calcaires francs; 6, Roches vertes (gabbros); FF, Surface de charriage.

A l'Ouest et au Sud de Naso di Gatto, la surface de charriage, d'allure un peu ondulée, souvent horizontale, s'abaisse peu à peu, de la cote 650 environ à la cote 300; et, sur le granite du massif cristallin ligure qui forme le fond de la vallée du Canova, on voit s'étendre une couverture peu épaisse de phyllades permieniens, ou de marbres phylliteux, ou enfin de calcaires francs du Trias. La composition de cette couverture est très variable d'un point à l'autre, comme on peut en juger par un simple coup d'œil sur la carte de M. Rovereto. Ça et là, des témoins de roches vertes, respectés par l'érosion, surmontent les terrains de la couverture. Partout, le laminage est intense. C'est dans cette région que les phyllades luisants ont été, un peu arbitrairement, rapportés par M. Rovereto au Trias supérieur, sous le nom de *Scisti sericitici policromi e rasati*. Il nous a semblé évident que ces schistes apparaissent toujours sous les calcaires ou les marbres du Trias, là où ces calcaires et ces marbres ont été conservés; et il nous a semblé, également, que ces mêmes schistes se prolongent régulièrement, à l'Est du ravin de Nuxette, par les schistes de Pian di Bertan, permieniens pour M. Rovereto. Notre avis est donc que tous ces phyllades luisants et versicolores sont permieniens, depuis Casa Agrin, au Sud, jusqu'à San Bartolomeo, Vigna, Tascea et Nuxette, au Nord. Mais c'est là une question de pure stratigraphie, et qui n'importe pas à l'objet de notre mémoire.

Sur divers points, cependant, et notamment à San Bartolomeo, on voit des schistes satinés vert clair et blancs, très luisants, s'associer étroitement aux marbres phylliteux du Trias; mais ces

schistes, qui sont fort semblables à certains termes du Muschelkalk inférieur de la Vanoise, ne ressemblent pas au Permien sous-jacent. Les phyllades permieniens de la même région sont beaucoup plus sombres, gris ou même noirâtres (*plumbei* des géologues italiens), quelquefois vert sombre; ils sont beaucoup plus métamorphiques que les schistes du Trias, et ils renferment souvent des assises de vrais micaschistes.

Le Permien ne devient vraiment versicolore qu'au Sud de Palazzo Doria, dans l'étroite bande qui traverse le Rio Gea et s'avance jusqu'à Casa Agrin. Cette bande correspond à un synclinal très aigu de la surface de charriage: les schistes qu'elle renferme ont une allure tourmentée; le synclinal est, non seulement très serré, mais déversé vers le Nord, si bien que, sur son bord sud, les schistes permieniens semblent s'enfoncer sous le granite. Ces schistes ont des couleurs très variées: ils sont blancs, gris, roses ou lie de vin. Nous retrouverons le même bariolage de l'autre côté du Letimbro, au Sud de la Casa Cima di Prato.

A Cà di Barbe, les phyllades permieniens, posés sur les mylonites granitiques, supportent, sans intermédiaire triasique, des Schistes lustrés typiques avec calcaires cristallins noirs et roches vertes associées. A Casa Tozino, ils supportent un petit témoin de Trias: marbres phylliteux et schistes noirs. La figure 5 résume ces divers faits et montre l'allure, quasi-horizontale et onduleuse, de la surface de charriage.

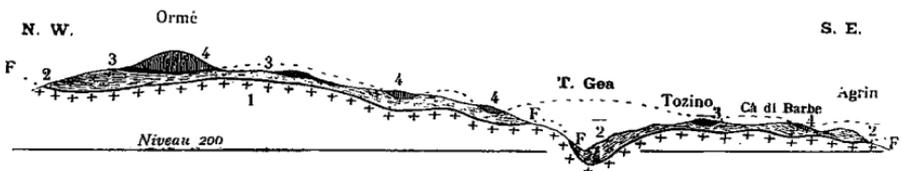


FIG. 5. — COUPE DE LA SURFACE SUPÉRIEURE DE CHARRIAGE ENTRE LE MONTE ORMÈ ET LA CASA AGRIN. — Échelle d'environ 1/25 000.

1, Mylonite granitique et granite; 2, Phyllades permieniens; 3, Trias; 4, Schistes lustrés et roches vertes associées; FF, Surface de charriage.

La vallée du Letimbro entame profondément le massif cristallin ligure et coupe même, *au-dessous* de ce massif, la deuxième surface de charriage et le Permo-Houiller métamorphique situé sous elle. L'affleurement de ce Permo-Houiller, entre le confluent du Gea et du Letimbro et les approches de Savone, correspond ainsi à une *fenêtre*, ouverte à travers le paquet de granite, de gneiss et d'amphibolites: et c'est la *finestra del Santuario* parfaitement vue et clairement signalée par M. Rovereto. Nous reviendrons plus loin sur la question de cette fenêtre, quand

nous traiterons de la surface inférieure de charriage. Traversons-la, pour l'instant, et, gravissant les pentes escarpées qui dominent le Letimbro, en face de Cimavalle, venons au témoin de Trias de Prato Grande, posé sur les mylonites granitiques et représentant, par conséquent, un dernier lambeau visible de la couverture sédimentaire superposée au massif cristallin ligure. M. Rovereto a très justement insisté sur l'écrasement manifeste de ce lambeau et sur la signification tectonique d'un pareil broyage.

Le Trias de Prato Grande affleure à la Casa de ce nom, forme l'arête de la montagne entre cette maison et la Casa Cima di Prato, et se prolonge, au Sud du point 359 de la carte à 1/25 000, jusqu'à la Casa Adelaide, et jusque très près du fond du ravin qui descend vers Monte Moro. Il est exploité pour pierre à chaux dans une vaste carrière, reliée, par une petite route, à Monte Moro et à la grande route d'Altare. Vers l'Ouest, il disparaît sous l'Oligocène; au Sud et à l'Est, on le voit partout reposer sur des phyllades permien, qui le séparent des mylonites granitiques. L'allure du lambeau, très simple dans l'ensemble — quasi-horizontalité, avec faible plongée vers le Sud —, est localement accidentée par de brusques sursauts. Un de ces sursauts est visible à l'entrée même de la carrière et fait apparaître, sous les calcaires, une lentille de quartzites blancs ou verdâtres, à grains de quartz rose.

La partie haute de ce Trias de Prato Grande est faite de calcaires francs, du type des calcaires à *Gyroporelles*, absolument *mylonitisés, concassés et broyés*, plus encore qu'à Corona. La roche brisée est redevenue cohérente, et même dure, par une cristallisation secondaire de calcite. Sur l'arête de la montagne, vers Cima di Prato, ces calcaires francs ont au-dessous d'eux des marbres phylliteux, épais de quelques mètres. A la base de la grande carrière, ils reposent, comme nous venons de dire, sur des quartzites : mais, entre les quartzites et les calcaires, il y a une faible épaisseur de schistes luisants et satinés, vert clair ou blancs, qui remplacent ici l'étage des marbres phylliteux. Tout cela, calcaires francs, marbres phylliteux, schistes satinés, quartzites blancs ou verdâtres à grains de quartz rose, ressemble d'une façon surprenante au Trias de la Vanoise.

Les phyllades permien, sous le Trias, sont versicolores comme dans la région de San Bartolomeo et du M. Ormè : gris, verts, lie de vin. Les couleurs foncées et sombres prédominent. L'aspect est peu métamorphique. L'épaisseur est très variable, de 20 mètres à quelques dizaines de centimètres. Vers l'entrée de

la grande carrière, les phyllades permien, sous les quartzites triasiques, sont à l'état de mylonite bréchiforme.

Le lambeau Trias-Permien est posé lui-même sur le granite, plus ou moins mylonitique. Au Sud-Ouest de la carrière, sur la route qui descend vers Monte Moro, les affleurements granitiques les plus rapprochés du Permien sont des brèches à très gros blocs, semblables, de loin, à une moraine. A l'Est de l'arête de Prato Grande, le granite est beaucoup mieux conservé, parfois même indemne de broyage et de laminage. En descendant de Prato Grande à Cimavalle, la roche a un aspect général de gneiss granitoïde. Ce n'est qu'au bas de la descente, dans les 40 derniers mètres comptés suivant la verticale, que le granite est, de nouveau, complètement broyé. Cette mylonite de base repose sur le Permo-Houiller métamorphique et correspond à la surface inférieure de charriage.

La bande brune à quadrillage rouge de la carte de M. Rovereto (*scisti sericitici con anageniti*) correspond à la fois, nous a-t-il semblé, aux marbres phylliteux du Trias et aux phyllades permien.

La figure 6 résume cette description. Entre les deux surfaces de charriage, la supérieure et l'inférieure, l'épaisseur des granites plus ou moins mylonitisés, autrement dit l'épaisseur du massif cristallin ligure, n'est guère que de 250 mètres.

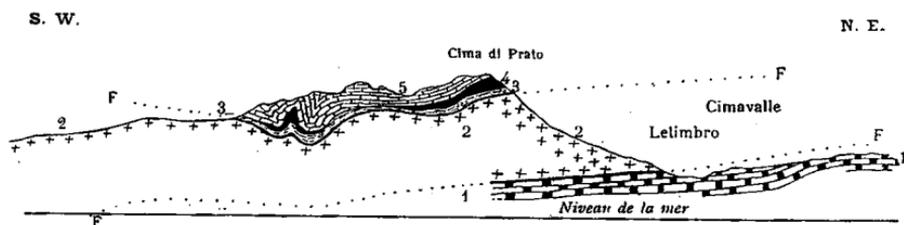


FIG. 6. — COUPE DU LAMBEAU TRIASIQUE DE PRATO GRANDE MONTRANT LES DEUX SURFACES DE CHARRIAGE ET LE BORD DE LA FENÊTRE DE SANTUARIO (à droite).

Échelle d'environ 1/25 000.

- 1, Permo-Houiller métamorphique; 2, Mylonites granitiques; 3, Phyllades permien; 4, Quartzites et marbres phylliteux; 5, Calcaires francs du Trias; FF, Surfaces de charriage.

Ici se termine nécessairement l'étude de la surface de charriage supérieure. Elle n'affleure, ni à l'Ouest de Prato Grande, ni au Nord de Pian del Merlo, à cause de l'Oligocène qui la cache. Entre le M. San Giorgio et Cairo-Montenotte, le manteau oligocène est fréquemment déchiré : on voit alors apparaître les phyllades permien ou les calcaires du Trias, non plus à peu près horizontaux, mais ployés en un système serré de plis aigus, de

direction Est-Ouest. Plus au Nord, sont les Schistes lustrés et les roches vertes. Tout cet ensemble, Schistes lustrés et roches vertes du Bric del Tesoro, phyllades permien de Martinetto et de la gare de Cairo, calcaires triasiques de Cairo et des étroites bandes au Sud de Montegoso, appartient évidemment au pays qui surmonte la plus haute des deux surfaces de charriage, c'est-à-dire au *pays apennin*. Mais il n'y a plus d'affleurement visible du massif granitique sous-jacent. Une étroite bande d'Oligocène sépare ce pays apennin des gneiss de Ferrania de Mari, qui sont du Permo-Houiller métamorphique et se rattachent certainement au substratum *alpin*. Qu'il y ait eu, dans cette région de Cairo-Montenotte, des déplacements horizontaux, c'est ce dont on ne peut douter : les mylonites, en effet, sont très fréquentes et les étirements manifestes. Immédiatement au Sud de Cairo, au passage à niveau qui est à côté de la gare, le Trias affleure, à l'état d'une mylonite de calcaire ; et sous les couches calcaires, ployées en un dôme surbaissé, on voit affleurer les schistes permien, luisants et satinés, un peu rosés ou gris, avec intercalation d'une belle brèche de friction épaisse de 0 m. 50 à 1 mètre. Dans les vastes carrières qui entament la colline de Santa Margherita, les calcaires triasiques sont souvent broyés et concassés. Enfin, dans tout le pays raviné compris entre Montegoso, Pian di Francia et la Rama, au contact des synclinaux aigus de calcaires triasiques et des phyllades permien qui les enclavent, les indices abondent de violents froissements et de larges suppressions d'assises : quartzites et calcaires apparaissent fréquemment en lentilles éparses, discontinues, au milieu des schistes contournés et plissés en zig-zag. Mais la question de savoir si le massif cristallin ligure passe, sous l'Oligocène, entre les gneiss de Ferrania de Mari et les phyllades de Pian di Francia, à l'état de lambe extrêmement mince, ou si ce massif s'amincit jusqu'à zéro entre les deux surfaces de friction désormais confondues, cette question n'a pu être résolue par nous.

III. — LA SURFACE INFÉRIEURE DE CHARRIAGE.

Le massif cristallin ligure repose sur les schistes et les gneiss du Permo-Houiller métamorphique. Ce fait, indéniable, s'observe sur tout le bord sud-ouest du massif, depuis Morosso, près de Quiliano, jusqu'à la Bormida di Mallare : tout le long de cette ligne, les assises métamorphiques du Permo-Houiller plongent au Nord-Est, ou au Nord, sous les mylonites granitiques ou gneissiques. Très souvent la surface de séparation est presque hori-

zontale. Elle est toujours onduleuse. Sa pente va parfois à 30 et même, exceptionnellement, à 50 degrés. Cette surface est partout rigoureusement parallèle aux strates permo-houillères voisines; au lieu qu'elle fait un angle variable et quelconque avec les bancs de gneiss ou d'amphibolites du massif cristallin ligure, lorsque, près du contact, ce massif est composé de gneiss ou d'amphibolites.

Mais il y a un autre argument, et bien autrement fort, en faveur de la réelle superposition du massif cristallin ligure au Permo-Houiller: c'est le fait de l'apparition du Permo-Houiller en *fenêtre*, dans une longue et large déchirure du complexe granito-gneissique. La fenêtre en question, dont la véritable signification tectonique a été indiquée pour la première fois, en 1909, par M. Rovereto, a reçu de ce savant le nom de fenêtre de Santuario (*finestra del Santuario*). Tout autour de cette fenêtre la surface de séparation se présente comme sur le bord ouest du massif cristallin ligure: quasi-horizontale, onduleuse dans le détail, parallèle aux strates permo-houillères, discordante par rapport aux gneiss ou aux amphibolites du complexe granito-gneissique.

Tout ceci suppose que l'on puisse aisément distinguer, sur le terrain, les deux systèmes en présence: système permo-houiller; système de granite, de gneiss et d'amphibolites. En fait, cette distinction nous a, presque partout, paru facile.

Le Permo-Houiller métamorphique de Savone n'est autre que le Permo-Houiller des Alpes-Maritimes italiennes. Nul ne l'a mieux décrit et n'a plus contribué à le faire connaître que M. D. Zaccagna¹. C'est aussi M. Zaccagna qui a signalé les analogies, avec le Permo-Houiller des Alpes-Maritimes, des terrains métamorphiques de Modane et de Bozel, dans nos Alpes de Savoie. D'autres ont montré ensuite que ce faciès métamorphique du Permo-Houiller peut aller jusqu'à la production d'une véritable série cristallophyllienne²; et chacun sait aujourd'hui que ce faciès métamorphique du Permo-Houiller s'étend à toute une zone des Alpes et que, en particulier, les micaschistes et amphibolites de la Vanoise et du Mont-Pourri, les gneiss du Grand-Paradis et de la Levanna, les micaschistes et gneiss du Val Grisanche sont d'âge permien ou carbonifère.

Le Permo-Houiller de Savone³ est surtout formé de schistes

1. D. ZACCAGNA. Sulla geologia delle Alpi occidentali. *Bollett. del R. Comit. geol. d'Italia*, anno 1887, 11 et 12.

2. P. TERMIER. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise. *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*, t. II, 1890-91. — Sur le Permien du massif de la Vanoise. *B. S. G. F.*, (3), XXI, 1893. — Sur les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIII, p. 964.

3. S. FRANCHI, *loc. cit.*

sériciteux grisâtres ou noirâtres (*scisti plumbei sericitosi* des géologues italiens), luisants et satinés, alternant avec des schistes très micacés, véritables micaschistes, et avec des chloritoschistes. Les couches sont bien litées, et voisines habituellement de l'horizontale. L'aspect général est souvent peu métamorphique et rappelle le faciès semi-cristallin du Permien à Modane, au col de Chavière, à Bozel et à Champagny.

Çà et là des quartzites micacés, sortes de psammites très cristallins, s'intercalent dans les phyllades et les micaschistes. Ces bancs quartzeux donnent plus de dureté à l'ensemble, et, grâce à leur présence, le Permo-Houiller est souvent très rocheux, coupé de gorges étroites aux versants escarpés.

Des roches schisteuses d'un vert sombre, à chlorite, épidote et zoisite, qui sont des amphibolites ou des pyroxénites, ou peut-être des microgabbros altérés, s'intercalent aussi dans le complexe métamorphique, par exemple dans la vallée du Letimbro, entre Santuario et Cimavalle.

Enfin, des schistes sériciteux à noyaux feldspathiques et même de véritables gneiss apparaissent sur certains points, nettement engagés dans le Permo-Houiller et faisant partie intégrante de ce système. On observe de semblables roches, de couleur très claire, au débouché de la vallée du Lavanestro, sur la route même de Savone à Altare : en cet endroit, elles sont peu puissantes et alternent avec des micaschistes. D'autres masses de gneiss, beaucoup plus épaisses et plus homogènes, affleurent entre Quiliano et Roviasca, au Sud de la Costa di Casa ; d'autres encore, près de Ferrania de Mari. Ces deux gisements méritent d'être sommairement décrits.

Le village même de Quiliano est bâti sur un Permo-Houiller schisteux (phyllades, micaschistes et gneiss fins), ondulé et, dans l'ensemble, presque horizontal. On reste dans ce même terrain jusqu'au delà de Garzi, quand on remonte la vallée du Quiliano. Un peu plus loin que Garzi, sous le mot *Polveriera* de la carte à 1/100 000, on voit apparaître un étage très rocheux, simulant de loin le granite, mais formé d'un gneiss clair très écrasé, souvent glanduleux, assez semblable aux types classiques de la Levanna et du Grand-Paradis. Cet étage massif, puissant d'au moins 100 m., plonge au Sud-Ouest ou au Sud, puis se relève, et enfin plonge à l'Ouest sous le M. Curlo. Au-dessus et au-dessous de lui sont des phyllades gris et verts, d'un type permien banal. En montant à Roviasca, on traverse tout l'étage. Les gneiss blancs, très écrasés, affleurent dans les derniers lacets de la route sous le village : puis viennent des phyllades et des gneiss fins, dans le village même.

Les gneiss auxquels je donne le nom de Ferrania de Mari sont encore plus massifs, plus rocheux et plus épais que ceux de la vallée du Quiliano ; ils affleurent à quelques centaines de mètres à l'aval de Ferrania et se dressent en escarpements sur les deux rives de la Bormida. Ils forment comme un îlot au milieu des terrains oligocènes et quaternaires. Au Nord de la Bormida, ils s'élèvent jusqu'à la cote 581, c'est-à-dire jusqu'à 200 m. au-dessus de la rivière. Ces gneiss sont de plusieurs types : gneiss œillés, très laminés, avec gros feldspaths en amandes (ces cristaux de feldspath ont une couleur grise) ; gneiss clairs à mica blanc, à cassure très blanche montrant un fin zonage ; intercalations sériciteuses d'un blanc pur ou d'un vert clair ; micaschistes clairs avec grosses paillettes de mica blanc ; gneiss quartzeux à joints onduleux, souvent hématitisés et de couleur rouge. Les gneiss œillés ont un aspect Levanna très prononcé. Tout le complexe est fortement laminé, mais non pas broyé : il n'y a ni brèches, ni mylonites compactes. Les assises sont très redressées : à l'entrée amont de la gorge, elles sont dirigées N. 60° E. et plongent de 50° vers le Sud-Est ; puis elles deviennent verticales ; enfin, la direction devient Est-Ouest avec très forte plongée au Sud.

Ces divers gneiss, ceux du Lavanestro, ceux du Quiliano, ceux enfin de Ferrania de Mari, ne ressemblent pas aux gneiss du *massif cristallin ligure*. Il serait évidemment facile de trouver, ici et là, des échantillons offrant des analogies embarrassantes : mais, sur le terrain, la distinction est aisée. Les gneiss permohouillers sont, d'une façon générale, plus clairs, plus feldspathiques, plus glanduleux, plus riches en muscovite ; leur allure est beaucoup plus régulière et se conforme à l'allure des phyllades et micaschistes voisins, au lieu que les gneiss du massif cristallin ligure sont contournés et brouillés, et sans aucun rapport d'allure avec le Permo-Houiller sous-jacent.

Ainsi l'on peut, presque toujours sans aucune difficulté, trouver sur le terrain l'affleurement de la surface qui sépare le Permo-Houiller métamorphique du massif cristallin ligure. Là même où le Permo-Houiller est à l'état de gneiss, là même où le massif cristallin ligure est à l'état de mylonite compacte et schisteuse, la distinction des deux systèmes est possible. Nous n'avons été un peu embarrassés que dans la vallée du Letimbro, entre Santuario et Riborgo ; mais l'embarras cessa tout à coup, quand nous eûmes saisi le contraste entre la régularité d'allure du Permo-Houiller et la structure chaotique du complexe de granite, de gneiss et d'amphibolites.

Venons donc à l'étude de la surface de séparation du Permo-Houiller et du massif granito-gneissique ; et montrons que cette surface est, comme celle qui sépare le massif cristallin ligure des Schistes lustrés, une surface de charriage. Cela résulte de deux faits, bien constatés l'un et l'autre et très facilement observables : la *mylonitisation* du massif cristallin ligure augmente quand on se rapproche de la surface en question ; le Permo-Houiller lui-même offre, au voisinage de la même surface, des traces évidentes de déplacements horizontaux (glissement des assises les unes sur les autres, ou broyage plus ou moins complet), tandis que, plus loin, ce terrain paraît être resté tranquille ou n'avoir subi qu'un mouvement d'ensemble.

Prenons, pour commencer, le bord ouest du massif cristallin ligure, de la Madonna del Monte, près de Zinola, à la Bormida di Mallare. Aucune ambiguïté dans le tracé de la limite : elle passe un peu au-dessous de la Madonna et un peu au-dessus de Morosso, coupe à Treponti la vallée de la Quazzola, revient sur Quiliano, puis se tient au voisinage de la crête de la Costa di Casa, passe non loin des sommets Curlo et Burotto, descend brusquement à la Bormida et vient couper, un peu à l'Ouest de la route militaire, le promontoire boisé qui sépare la Bormida du ruisseau d'Altare. Plus loin, elle se cache sous l'Oligocène.

Tout le long de cette limite, il n'y a, du côté est, c'est-à-dire dans le massif cristallin ligure, que des mylonites : granite écrasé et réduit en bouillie grise, tachetée de vert et de noir, sous la Madonna del Monte ; mylonite absolument compacte, du type Montrambert, en face de Treponti ; granite broyé, le plus souvent méconnaissable, au-dessus de Quiliano et dans la Costa di Casa ; granite et gneiss écrasés dans toute la région de la Bocchetta ; mylonite blanche et verte, à apparence de fromage moisi, entre Altare et la Bormida. La largeur de cette zone d'écrasement, où il n'y a presque pas d'affleurements indemnes de broyage, est d'au moins 500 m. et dépasse parfois 1000 m.

Du côté ouest, c'est-à-dire dans le Permo-Houiller, c'est tout autre chose : le terrain, à première vue, paraît intact et tranquille ; les phénomènes dynamiques ne sautent pas aux yeux, et il faut les chercher pour les voir. Mais toutes les fois que des gneiss, un peu massifs, s'intercalent dans les phyllades, on constate que ces gneiss sont partiellement broyés ou laminés, sans que le broyage et le laminage aillent cependant jusqu'à rendre la roche méconnaissable. Tel est le cas du gros banc de gneiss massif, épais de 100 m., que nous avons signalé dans la vallée du Quiliano. Les phyllades et les micaschistes ont glissé sur leur cli-

vage ; les gneiss massifs ont été écrasés, d'autant plus qu'ils étaient plus massifs, et d'autant plus qu'ils étaient plus rapprochés de la surface de charriage.

Faisons maintenant, en observant l'affleurement de cette même surface, le tour de la *fenêtre de Santuario*. La seule partie de ce bord qui soit inobservable et de tracé incertain est celle qui est cachée sous la ville de Savone. Toute ambiguïté cesse dès qu'on approche du sommet de la Madonna degli Angeli ; et de là, par le M. Curlo, Nosette, Cimavalle, Santuario, Riborgo et Marmorassi, on peut suivre aisément la limite des deux systèmes. A l'extérieur de la fenêtre, c'est-à-dire dans le massif cristallin ligure, la mylonitisation est constante et presque partout à son comble. A l'intérieur de la déchirure, le Permo-Houiller, dont l'ensemble paraît intact, est accidenté çà et là, dans le détail, de zones de friction, parallèles aux strates ; ses assises gneissiques sont plus ou moins broyées, mais les phénomènes dynamiques se raréfient et disparaissent dès que l'on s'éloigne un peu de la limite. Voici quelques indications locales plus précises.

Toute la montagne de la Madonna degli Angeli est faite de phyllades et de quartzites permo-houillers, plongeant faiblement vers le Sud. Quand on prend, près du sommet de cette montagne, la route militaire qui va du nouveau fort au fort du Monte-Ciuto, on voit bientôt augmenter le pendage de ce terrain métamorphique, et l'inclinaison tourner vers le Sud-Ouest. En moyenne, la pente des strates a la valeur de la pente même de la montagne. Le Monte-Curlo, que la route contourne, est formé en grande partie d'une mylonite bréchiforme de phyllades et de quartzites permo-houillers : les débris ont toute forme et toute dimension, et sont cimentés par une argile rouge, de sorte que les terres, entamées par la route ou par le ravinement, sont d'une couleur générale rougeâtre. En un point, la route coupe une avancée du massif cristallin ligure sous lequel plonge le Permo-Houiller ; et l'on voit alors la mylonite granitique de couleur claire appliquée — avec une inclinaison de 20 ou 30° — sur la mylonite permo-houillère rouge. Plus loin, sous les mots *C. Paolino* de la carte de l'État-major italien, on quitte définitivement le Permo-Houiller et l'on entre dans des brèches de gneiss, puis dans des gneiss simplement brisés, qui appartiennent les uns et les autres au massif cristallin ligure.

Dans la vallée du Lavanestro, c'est au kilomètre 5 de la route d'Altare, vers la maison Nosette de la carte, que passe le bord de la fenêtre. Le Permo-Houiller, visible depuis Lavagnola, est bien lité, bien stratifié, avec une allure presque hori-

zontale. Il renferme quelques bancs de gneiss, généralement écrasés ou laminés. Nous n'avons pas vu, dans ce terrain et le long de la route, de mylonites bréchiformes. Le Permo-Houiller s'enfonce nettement sous les mylonites granitiques, qui débent par des roches très laminées, de couleur verdâtre : et, tout de suite, la vallée s'élargit et l'aspect change. Mais la bande de mylonites complètes, presque méconnaissables, n'a pas moins de 800 m. de largeur. Au delà, les roches prennent l'apparence granitique.

Le bord de la fenêtre franchit alors, du Sud au Nord, l'arête montagneuse, très boisée, qui sépare la vallée du Lavanestro de la vallée du Letimbro ; et on le retrouve, bien observable, à Cimavalle. Le Permo-Houiller, horizontal ou à peu près, et formé surtout de phyllades d'un gris de plomb, porte les maisons du village et affleure dans le lit même du Letimbro. Il est surmonté, sur la rive droite du torrent, par des mylonites granitiques compactes et grises, du type Montrambert : et cette lame de roches complètement écrasées, parfois un peu schisteuses, a de 20 à 40 m. d'épaisseur. Au-dessus vient du granite, très reconnaissable, simplement laminé : c'est la bande *gneiss tipici* de la carte de M. Rovereto, bande au-dessus de laquelle vient le lambeau triasique de Prato-Grande, que nous avons longuement décrit plus haut.

Au Nord de Cimavalle, le bord de la fenêtre est coupé par la route, puis par le chemin de fer, non loin des maisons de Botta. Il contourne ensuite, par le Nord, la petite montagne 342 (il Briccazzo), et franchit le ravin du Lorianò un peu au Sud de la C. Ravesa¹. Sur ce point, le contact est très net : le granite est transformé en une mylonite complète, de couleur grise, un peu schisteuse ; et cette mylonite est posée sur des phyllades permohouillers horizontaux, noirâtres, non brisés. La surface de charriage est ici horizontale.

A partir du Lorianò et jusqu'à la Segheria vecchia, la carte de M. Rovereto indique de façon inexacte l'affleurement de cette surface de charriage, autrement dit le bord de la fenêtre. L'orphelinat de Santuario, les maisons de San Bernardo et la plupart de celles de Riborgo, sont certainement bâtis sur le Permo-Houiller ; et, de Santuario jusqu'à Savone, le Letimbro coule sur des phyllades ou des quartzites de ce même terrain. Par contre, Giribuoni et Cerreto sont sur des mylonites de gneiss ou d'amphibolites appartenant sans conteste au massif cristallin

1. Suivre cette description sur la carte en couleurs, à l'échelle de 1/25 000, jointe à la note de M. Rovereto (*loc. cit.*).

figure. Ces mylonites ne ressemblent jamais au Permo-Houiller; mais il est indéniable que le Permo-Houiller de Santuario, de San Bernardo et de Riborgo ressemble à certaines mylonites du massif cristallin ligure: de sorte que l'erreur où est tombé M. Rovereto est très excusable. Elle n'était même que très difficilement évitable. Le Permo-Houiller en question est formé de phyllades luisants, gris clair, quartzeux, un peu feldspathiques, jouant, pour l'œil nu, les mylonites granitiques laminées: et aussi de quartzites vert clair, ou vert bleuâtre, jouant les amphibolites. A Santuario, dans la rivière, les bancs sont inclinés à l'Ouest ou au Sud, assez fortement et inégalement: quelques bancs, même, sont verticaux. Entre Santuario et San Bernardo, la plongée est au Sud et très faible. Sous le pont de San Bernardo, affleurent des quartzites très redressés, simulant des amphibolites. En face de la Segheria vecchia, près du coude de la route, derrière un petit oratoire de la Nativité; on voit une surface de friction, horizontale, trancher le Permo-Houiller; et dans cet affleurement il y a une faible épaisseur de mylonite bréchiforme. Au-dessus de cette surface, il y a encore des phyllades horizontaux. Ce n'est qu'un peu plus haut, au niveau de la voie ferrée, près de la tête ouest du souterrain, que passe la vraie surface de charriage, au-dessus de laquelle sont des amphibolites verticales, brisées et disloquées.

Dans le grand ravin du Fossato, près de Cerreto, le viaduc du chemin de fer est appuyé sur des brèches d'amphibolites. Plus haut sont des amphibolites verticales.

Partout, dans cette région de Santuario, le caractère le plus commode et le plus sûr pour différencier le Permo-Houiller du complexe granito-gneissique est l'allure générale: nette, régulière et le plus souvent voisine de l'horizontale dans le Permo-Houiller; imprécise, chaotique, souvent verticale, dans les roches du massif cristallin ligure. En se laissant guider par ce caractère, on arrive aisément, dans tous les cas, à préciser le passage de la surface de charriage; et l'on voit alors que, au-dessus et au-dessous de cette surface, les roches sont, en réalité, pétrographiquement très différentes.

Entre le tunnel situé en face de la Segheria vecchia et les maisons de Savone, l'observation du bord de la fenêtre devient plus difficile, à cause des cultures, des murs de soutènement, des constructions de plus en plus nombreuses. Ce bord passe un peu au-dessus des maisons de Marmorassi, et descend ensuite rapidement vers le Sud. Nous avons déjà dit l'incertitude où nous sommes restés, où l'on restera probablement toujours, quant à

l'extension de la fenêtre sous la ville même de Savone. En prolongeant, avec les dernières directions observées, le bord de la fenêtre, tel qu'on le voit à Marmorassi, et ce même bord tel qu'on le voit à l'Ouest de la Madonna degli Angeli, on a deux lignes qui se coupent sous la ville. Il est clair qu'elles peuvent se dévier et devenir sinueuses ; et la fenêtre s'avance peut-être à quelque distance sous la mer.

C'est sans doute une fenêtre encore, analogue à celle que nous venons de décrire, mais beaucoup plus petite, qui fait apparaître, sous les maisons mêmes d'Altare, les phyllades permo-houillers au milieu des mylonites granitiques. L'affleurement est visible dans le ruisseau, près de l'entrée de la petite ville quand on vient de Savone. Les phyllades offrent le type Vanoise sans feldspath, c'est-à-dire le type semi-métamorphique ; elles sont grises ou noirâtres et plongent faiblement vers le Nord-Est. Tout près de là, à l'Est, au Sud, à l'Ouest et au Nord, il y a des mylonites granitiques ; mais le contact n'est visible nulle part.

IV. — LES DEUX SURFACES DE CHARRIAGE SE RÉUNISSENT-ELLES ?

Nous croyons avoir démontré que le massif cristallin ligure est compris entre deux surfaces de charriage : l'une, la supérieure, qui le sépare d'un manteau formé de phyllades permien, de Trias (quartzites, marbres et calcaires), de Schistes lustrés enfin (calcschistes micacés et roches vertes) ; l'autre, l'inférieure, qui le sépare d'un substratum formé de Permo-Houiller métamorphique. Dans tout le Savonese, c'est-à-dire dans toute la région où l'observation est possible, ces deux surfaces sont, d'une façon générale, peu inclinées, et même souvent horizontales. Elles plongent, en grand, vers l'Est ou le Nord-Est : et c'est pour cela que le massif cristallin ligure vient au jour. Dans le détail, elles sont ondulées ; et c'est une ondulation en forme de dôme qui a permis au substratum permo-houiller de se montrer, dans une longue et large fenêtre, ouverte au travers du massif cristallin ligure, entre Savone et Santuario.

Que ces deux surfaces de séparation soient des surfaces de charriage, des surfaces sur lesquelles les terrains en présence ont glissé, c'est ce dont on ne peut plus douter. L'étude de la surface supérieure nous a montré que, contre cette surface, les terrains de la couverture se laminent, s'étirent, s'égrènent, se disloquent, se pulvérisent ; sous la surface inférieure, le Permo-Houiller est parfois bréchiforme, et, tout au moins, manifeste par l'écrasement de ses bancs gneissiques les efforts de transla-

tion qu'il a subis ; enfin, le massif cristallin ligure tout entier, entre les deux surfaces, est écrasé, broyé et laminé, et toujours ces phénomènes destructeurs sont à leur comble au voisinage de l'une et de l'autre. Le massif cristallin ligure s'est enfoncé comme un coin entre les deux systèmes qu'il sépare, s'écrasant lui-même dans son mouvement de progression, pendant qu'il brisait, disloquait, étirait ou laminait les strates entre lesquelles il s'ouvrait passage.

Les deux surfaces de charriage sont parallèles, au moins approximativement, aux strates voisines. Le coin granito-gneissique s'est donc introduit à peu près parallèlement aux assises des deux séries sédimentaires. Il a glissé *sous* le manteau de Permien, de Trias et de Schistes lustrés, à peu près parallèlement aux couches de ce manteau ; il a glissé *sur* le socle de Permo-Houiller métamorphique à peu près parallèlement aux bancs qui le constituent.

L'épaisseur du coin nous est révélée, dans toute une région du Savonese, par l'existence même de la fenêtre de Santuario. A Cimavalle, cette épaisseur est exactement connue, puisque les deux surfaces de charriage, toutes deux sensiblement horizontales, sont observables, l'une au fond de la vallée, l'autre sur les hauteurs de Prato-Grande : et cette épaisseur est d'environ 250 mètres. L'estimation est un peu moins exacte au Nord de Santuario, entre les phyllades permo-houillers du fond du Lorianò, et les schistes permieniens de Cà di Barbe : on trouve à peu près 200 mètres d'épaisseur de mylonites granitiques. Dans cette région du haut Letimbro, c'est à une lame de couteau, plutôt qu'à un coin, qu'il convient d'assimiler le massif cristallin ligure.

Mais l'épaisseur augmente certainement très vite vers l'Est, le Sud, le Sud-Ouest, encore qu'elle échappe à toute évaluation précise. La largeur occupée par les affleurements granitiques et gneissiques entre Marmorassi et Celle, ou entre Riborgo et Stella, ou encore entre Prato-Grande et Quiliano, est telle que l'épaisseur correspondante ne saurait être inférieure à mille mètres. Cette épaisseur pourrait même atteindre plusieurs kilomètres. Le massif cristallin ligure est un coin qui s'élargit rapidement vers l'Est, le Sud et le Sud-Ouest, qui s'amincit au contraire vers le Nord jusqu'à devenir une simple *lame*, épaisse de 200 mètres.

L'amincissement va-t-il au delà ; va-t-il jusqu'à zéro ? En d'autres termes, les deux surfaces de charriage restent-elles séparées, s'entrouvrant de nouveau et s'écartant, après s'être presque rejointes ; ou bien se rejoignent-elles définitivement, le déplacement relatif du manteau supérieur et du substratum infé-

rieur devenant nul ? Nous avons dit déjà que cette grave question demeure actuellement sans réponse, les dépôts oligocènes cachant partout, au Nord d'Altare et de Pian del Merlo, le massif cristallin ligure et les deux surfaces de charriage.

Le Permo-Houiller métamorphique, bien observable à l'aval d'Altare, forme les deux rives de la Bormida jusque très près de Ferrania de Mari ; il est inégalement métamorphique, riche en micaschistes et en gneiss entre Altare et le Ponte della Volta, phylladique et semblable parfois à des schistes houillers entre ce pont et Ferrania. A l'Est, au Nord et à l'Ouest, il se cache sous l'Oligocène. Un peu à l'aval de Ferrania, il surgit de nouveau, du milieu de l'Oligocène, sous la forme d'une bosse massive, haute de 200 mètres : et il se montre, dans cette bosse, constitué par les gneiss que nous avons décrits, gneiss semblables à ceux de la vallée du Quiliano, semblables aussi à beaucoup de gneiss de la Levanna et du Grand-Paradis. Nous ne croyons pas qu'il soit possible de placer de tels gneiss dans le massif cristallin ligure ; et nous regardons comme nécessaire leur attribution au Permo-Houiller métamorphique.

D'autre part, après une large interruption par le pays oligocène du Bric Lavesino, la couverture schisteuse du massif cristallin ligure reparait au Nord de Martinetto, dans la profonde vallée de Ferranietta : et l'on voit affleurer des phyllades permien, surmontés, un peu plus au Nord, par du Trias et enfin par des Schistes lustrés et des roches vertes. Mais nulle part on ne voit affleurer, dans cette région, le massif cristallin ligure : du moins n'avons-nous rien vu qui y ressemble. Nous avons dit plus haut que, dans cette contrée, entre le Monte San Giorgio et la ville de Cairo-Montenotte, les phyllades permien sont plissés, en des plis très aigus et très serrés, de direction Est-Ouest ou N. 60° E. Des bandes de calcaires triasiques, reconnaissables de loin à la blancheur de leurs roches, jalonnent quelques-uns des synclinaux. Les plis s'élargissent et deviennent de simples ondulations en arrivant à la Bormida.

Le long des plis aigus, les phénomènes d'étirement sont intenses : calcaires triasiques brisés, éparpillés, lenticulaires ; quartzites apparaissant çà et là ; tous les terrains ployés et contournés en zig-zag.

Le Permien, qui forme la majeure partie de cette région comprise entre Cairo et le San Giorgio, est fait de phyllades friables, donnant, par décomposition, des terres jaunes et rouges. Les schistes versicolores sont rares. La plupart des phyllades

sont grises, fines et luisantes (*scisti rasati* de M. Rovereto), molles et douces sous le pied. Il y a aussi des schistes verts, décomposés, d'un vert olive, ou d'un vert jaune sale, provenant probablement de roches amphiboliques ou pyroxéniques. Nous n'avons pas observé de bancs de gneiss.

Ces phyllades, qui se rattachent indubitablement à celles de la couverture schisteuse du massif cristallin ligure, s'observent jusqu'à Pian di Francia. Entre leurs affleurements les plus méridionaux et le bord nord des gneiss permo-houillers de Ferrania (point 522 de la carte), il y a une sorte de fossé rempli par des poudingues oligocènes ; et ce fossé n'a pas plus de 200 mètres de largeur. De part et d'autre, les assises sont quasi verticales, et dirigées à peu près Est-Ouest. C'est là que passe, redressée, et dirigée Est-Ouest, la mince lame, invisible, à laquelle se réduirait ici le massif cristallin ligure ; ou bien c'est là que passent, confondus momentanément, ou définitivement confondus, les affleurements des deux surfaces de charriage.

A ne considérer que le Savonèse, on serait tenté de conclure en faveur de la dernière hypothèse, celle qui souderait définitivement les deux surfaces et qui fixerait un peu au Nord d'Altare, sous l'Oligocène, la terminaison définitive du massif cristallin ligure. Il semble, en effet, que les différences pétrographiques s'atténuent, quand on approche de cette région de Ferrania, entre les deux terrains permien, celui de dessus, qui se rattache à la couverture schisteuse du massif granito-gnéissique, et celui de dessous, qui se rattache au Permo-Houiller métamorphique, substratum de ce même massif. D'une façon générale, le métamorphisme est bien moindre dans le Permien de la couverture que dans le Permo-Houiller du substratum ; souvent même, il n'y a aucun métamorphisme appréciable, pour l'œil nu, dans le Permien de la couverture. Mais le métamorphisme paraît augmenter beaucoup à partir de Martinetto ou de la Rama : et c'est une raison — non péremptoire à la vérité — de penser que le déplacement relatif diminue, et tend même à s'annuler, entre le système Permo-Houiller du substratum et le système Permien-Trias-Schistes lustrés de la couverture schisteuse.

Par contre, si l'on regarde le problème de plus loin et de plus haut, on ne peut, suivant nous, manquer d'incliner vers la première hypothèse, celle qui, tout en acceptant comme un fait démontré, l'extrême amincissement, sous Pian di Francia, du massif cristallin ligure, tient cet amincissement pour local et momentanément. Il est possible que le déplacement relatif des deux pays, le pays-couverture et le pays-substratum, soit, ici, réduit à

peu de chose : toujours est-il que ce déplacement existe, car, jusqu'aux portes mêmes de Cairo-Montenotte, les symptômes abondent d'un déplacement horizontal du pays-couverture. Nous pensons que, si l'on pouvait arracher le manteau oligocène qui cache, à l'Ouest et au Nord de Cairo, toute la contrée intéressante, on verrait les affleurements des deux surfaces de charriage, contournant Cairo par l'Ouest, s'écarter de nouveau, et comprendre entre eux un pays de plus en plus vaste, prolongeant vers le Nord, à travers les plaines du Piémont, le massif cristallin ligure. C'est par ces considérations d'ordre général que nous allons terminer.

V. — RÔLE TECTONIQUE DU MASSIF CRISTALLIN LIGURE.
 ANCIENNETÉ DE SON TRANSPORT ET DE SA MISE EN PLACE.

De l'étude détaillée du massif cristallin ligure et des deux surfaces qui le limitent, on ne peut conclure qu'une chose : c'est que ce massif est *exotique*, qu'il vient d'ailleurs, et qu'il a été chassé, ou forcé, souterrainement, à la façon d'un coin, entre deux séries sédimentaires, une série-couverture, faite de Permien, de Trias et de Schistes lustrés, une série-substratum faite de Permo-Houiller métamorphique. Cette conclusion, la seule permise à qui ne connaît que le Savonese, est absolument certaine.

Il est inutile, pensons-nous, d'insister sur son importance. Ce n'est pas la première fois que l'on invoque, en matière de géologie tectonique, le déplacement *souterrain* d'un morceau de la lithosphère ; mais c'est, à coup sûr, le premier déplacement semblable dont l'existence soit rigoureusement et péremptoirement démontrée. Les faits sont d'une observation très facile et ne peuvent s'interpréter que d'une seule façon. Le caractère exotique du massif cristallin ligure saute aux yeux.

C'est dans ce sens que la région du Savonese est un pays de nappes, une *zona di ricoprimento*, comme a dit, dès 1909, M. Rovereto. Notre confrère italien a eu le grand mérite — dans un milieu scientifique où la théorie des grandes nappes n'est pas très en faveur — d'oser voir, tout autour de Savone et de Santuario, un recouvrement, et une fenêtre déchirant la nappe et montrant son substratum. Mais son interprétation des phénomènes est restée trop timide ; et il est clair, maintenant, qu'aucune des hypothèses proposées par lui n'est adéquate à la grandeur des faits. Il n'y a pas d'enracinement local du pays charrié ; il y a deux surfaces de charriage et non pas une seule ; et le massif mylonitique est tout aussi indépendant de sa couverture que de son substratum.

Pour essayer d'aller plus loin, et de comprendre ce que peut être ce coin granito-gneissique souterrainement chassé entre deux séries sédimentaires, il faut se rappeler comment nous avons été conduits, dans le printemps de 1911, à explorer le Savonese. Notre but était la recherche de la séparation de l'Apennin et des Alpes.

Nous avons vainement cherché cette séparation au Nord-Ouest de Gênes. Les Schistes lustrés et les roches vertes du pays de Voltri et de Campo Ligure ne sont séparés par aucune discontinuité tectonique des schistes, calcaires et marnes du pays de Gênes : il y a un passage graduel de la première de ces deux séries à la seconde, par diminution rapide, mais graduelle, du métamorphisme. Le pays de Voltri et de Campo Ligure appartient à l'Apennin, tout comme le pays de Gênes. C'était plus à l'Ouest qu'il fallait chercher la séparation.

C'est alors que nous sommes venus à Savone, et que le massif cristallin ligure nous est apparu avec son caractère exotique indéniable. Au-dessus de lui règne le pays des Schistes lustrés, le même qu'à Voltri et à Campo Ligure : le pays-couverture, par rapport au coin granito-gneissique, c'est le pays apennin. Au-dessous de lui, s'étend le Permo-Houiller métamorphique, par où commencent les Alpes-Maritimes italiennes, et que rien ne sépare de ces Alpes : le pays-substratum, pour le coin granito-gneissique, c'est le pays alpin. Le massif cristallin ligure sépare donc l'Apennin des Alpes. Cette conclusion n'est pas moins certaine que l'origine exotique de ce massif et le rôle de coin qu'il a joué. Il s'est déplacé, à la façon d'un coin souterrainement chassé, entre l'Apennin et les Alpes.

On nous rendra cette justice que nous avons prévu, non pas l'exact emplacement de ce coin compris entre deux surfaces de charriage, mais son existence même en Ligurie. « C'est en Ligurie — disait l'un de nous¹, dans une conférence à Fribourg, quelques mois avant notre voyage à Gênes et à Savone — c'est en Ligurie que passe la zone de partage des déplacements horizontaux. A l'Ouest de cette province, les Schistes lustrés sont charriés sur la zone du Briançonnais ; à l'Est, ils sont charriés sur le pays dinarique : à l'Ouest, c'est le régime alpin ; à l'Est, le régime apennin. Si, comme je le pense, l'avancée des Dinarides sur les Alpes a déterminé la formation et le charriage des nappes

1. PIERRE TERMIER. Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale. *Revue génér. des Sciences pures et appliquées*, numéro du 30 mars 1911.

alpines, les nappes apennines résultent, au contraire, d'un charriage superficiel inverse, d'une sorte de rejaillissement du pays alpin sur le pays dinarique. . . . Au Nord de la Ligurie, les Dinarides auraient recouvert les Alpes ; au Sud de la Ligurie, elles auraient cheminé souterrainement, s'avancant sous la zone des Schistes lustrés et sous le massif corso-sarde. . . . La Ligurie nous apparaît ainsi comme une région très singulière. C'est là que le déplacement relatif du pays alpin et du pays dinarique a été nul ; c'est là que doivent affleurer les deux surfaces de charriage, celle qui est au-dessus du paquet de terrains dinariques enfoncé souterrainement à la façon d'un coin, et celle qui est au-dessous du paquet de terrains dinariques transporté superficiellement à la façon d'un traîneau écraseur ; et c'est là, enfin, que les affleurements de ces deux surfaces doivent se réunir. » La vision était exacte, et ces lignes, écrites avant notre voyage, ont pu lui servir de conclusions.

Il y a là, on en conviendra, un argument bien fort en faveur de la justesse du raisonnement qui nous a permis de prévoir ainsi les phénomènes. L'étude de la Corse orientale d'abord, en 1908, de l'île d'Elbe ensuite, en 1909, nous avait convaincus de la réelle existence des nappes apennines — conformément aux idées générales exposées à ce sujet, dès 1907, par M. G. Steinmann — et du cheminement de ces nappes de l'Ouest à l'Est par rapport au pays dinarique sous-jacent, supposé immobile. Mais, au lieu de supposer le pays dinarique immobile, et l'Apennin se mouvant sur lui de l'Ouest à l'Est, on peut laisser l'Apennin immobile et, par la pensée, faire mouvoir *au-dessous de lui*, en sens inverse, c'est-à-dire de l'Est à l'Ouest, le pays dinarique. C'est à cette deuxième conception — évidemment équivalente à la première pour qui n'a en vue que l'Apennin — que nous nous étions fixés. Elle a l'avantage d'expliquer du même coup l'Apennin et les Alpes, et la profonde différence de leurs styles tectoniques : c'est un seul et même mouvement du pays dinarique, de l'Est à l'Ouest dans la région méditerranéenne, du Sud-Est au Nord-Ouest dans l'Italie du Nord, qui a déterminé l'Apennin et les Alpes, les nappes apennines et les nappes alpines ; mais le pays dinarique, qui s'est ainsi déplacé, a cheminé souterrainement sous l'Apennin, tandis qu'il a marché, en traîneau écraseur, par dessus les Alpes. Tout découle de là : et l'existence de décollements et de glissements dans l'Apennin ; et l'apparence de transport des nappes apennines en sens inverse des nappes alpines ; et les nappes alpines elles-mêmes, et leur étonnante accumulation, et leur fuite prodigieuse vers l'Ouest, ou le Nord-Ouest, ou le

Nord ; et la nécessité, enfin, de l'existence, en Ligurie, d'un affleurement de ce pays dinarique dont le mouvement a tout causé, affleurement compris entre deux surfaces de charriage.

Il est donc, sinon tout à fait et définitivement démontré, du moins infiniment probable que le massif cristallin ligure est un morceau du pays dinarique chassé *sous* l'Apennin et poussé *sur* les Alpes. Le massif cristallin ligure, certainement exotique, appartient presque certainement aux Dinarides. On se rappelle qu'il en est de même, suivant nous¹, du pays profond de l'île d'Elbe, auquel nous avons donné le nom de série I, les séries II et III qui reposent sur elle étant des nappes apennines. Cette série I de l'île d'Elbe comprend le granite du Monte Capanne et de la région de Porto Longone, les gneiss de Porto Longone, les micaschistes de la Calamita, un Trias très cristallin, enfin un Nummulitique avec veines et amas de microgranite : granite, microgranite et gneiss sont très mylonitisés dans la région orientale de l'île. Nous ne doutons pas que, par dessous la Méditerranée, la série I de l'île d'Elbe ne se rattache au massif cristallin ligure ; et le granite du Savonese, avec ses gneiss et ses amphibolites, nous paraît étroitement lié au granite de l'île d'Elbe. Les mylonites de l'île d'Elbe et les mylonites du Savonese sont des symptômes du même phénomène et ont la même signification tectonique.

Sur la question, enfin, de l'ancienneté de ce phénomène, sur l'âge du transport du massif cristallin ligure et de sa mise en place, nous sommes renseignés par la présence de l'Oligocène.

Cet Oligocène, formé surtout de poudingues, contient aussi des lits sableux, et des lits argileux et calcaires avec fossiles, notamment à Varazze, à Cadibona, à Santa Giustina. La faune est, comme on sait, caractéristique du Rupélien.

Les dépôts rupéliens sont transgressifs sur les trois éléments tectoniques en présence, Permo-Houiller métamorphique ou élément alpin, massif cristallin-ligure, couverture schisteuse de ce dernier massif ou élément apennin. Ils sont dénivelés, et certains lambeaux s'observent actuellement à plus de 800 mètres d'altitude ; mais ils ne sont pas plissés. Enfin, les poudingues rupéliens contiennent souvent, particulièrement à Cadibona, des galets de mylonite granitique ou gneissique.

Les grands mouvements tectoniques du pays sont donc antérieurs au Rupélien.

Dès avant le Rupélien, l'Apennin et les Alpes étaient différenciés et séparés. Les nappes apennines sont antérupéliennes :

1. PIERRE TERMIER. Sur la tectonique de l'île d'Elbe. *B. S. G. F.*, (4), t. X, 1910.

cette conclusion n'étonnera personne. Mais les nappes alpines, tout au moins dans les Alpes-Maritimes, sont du même âge, et donc antérupéliennes : et c'est là une conséquence inattendue.

Si, comme nous le pensons, c'est un seul et même phénomène, continu et relativement rapide, qui a déterminé la formation de toutes les nappes alpines, ces nappes sont plus anciennes qu'on ne croit habituellement : elles sont oligocènes, et non pas miocènes, quant à leur formation et à la presque totalité de leur cheminement. Quelques-unes, il est vrai, ont encore bougé beaucoup plus tard : mais leurs déplacements miocènes n'ont probablement été que de très petits mouvements, en comparaison des immenses transports antérieurement subis.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DE LA GORGE DE DJOULFA ET DE SES ENVIRONS

PAR **Pierre Bonnet**¹.

PLANCHES XI et XII.

- I. Description des formations affleurant dans la gorge et dans ses environs.
— II. Extension et relations réciproques de ces formations.

La partie russe du massif coupé par la gorge de l'Araxe près de Djoulfa était, avant mes recherches, considérée comme formée de Permien — accompagné de Trias inférieur incertain — et de Nummulitique; c'est au Permien qu'on attribuait la plus grande partie des terrains dans lesquels se trouve creusé le lit de la rivière. J'ai pu, au cours de deux voyages effectués dans cette région (1909 et 1911), y découvrir des formations carbonifères et toute une série mésozoïque comprenant: Trias, Jurassique moyen et Crétacé supérieur, et constater que la presque totalité du Permien des auteurs précédents doit être attribuée au Trias².

J'étudierai d'abord les différentes formations qui affleurent dans la gorge et dans ses environs, en examinant successivement deux coupes, dont l'une est le prolongement de l'autre et dont l'ensemble embrassé une longueur totale d'environ six kilomètres; j'indiquerai ensuite l'extension et les relations réciproques des formations décrites.

I

La première coupe (voir fig. 1 et pl. XI) que j'ai résumée en 1910 dans une courte note³, est évidemment extrêmement voi-

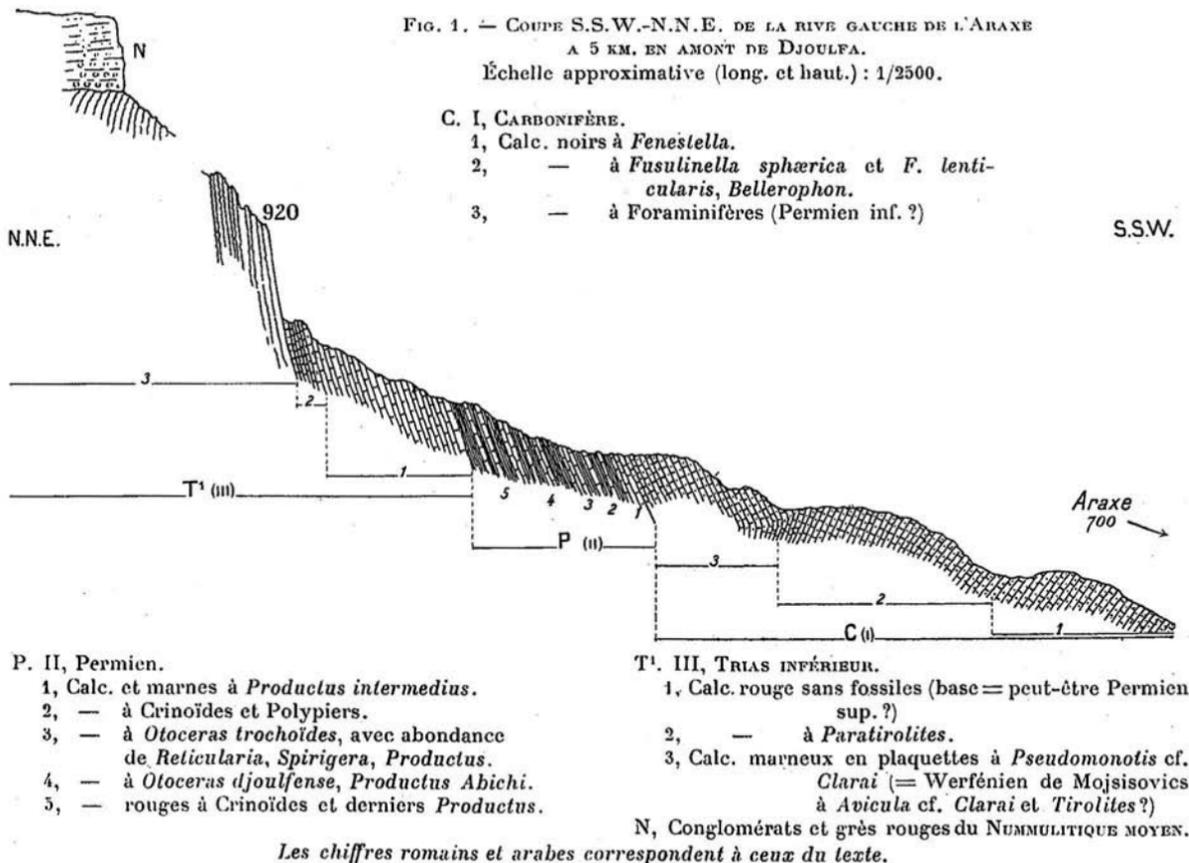
1. Note présentée à la séance du 3 juin 1912.

2. Les travaux sur cette région, antérieurs à mes recherches, sont les suivants: TSOULOUKIDZÉ, KHALATOV et ARKHIPOV. Description géologique d'une partie du district de Nakhitchevan, gouvernement d'Erivan. Tiflis, 1869. Réédité en 1871 dans les *Matériaux pour la Géologie du Caucase* (en russe). Les fossiles permien (considérés alors comme carbonifères) et nummulitiques que récoltèrent ces auteurs furent déterminés par Abich.

H. ABICH. Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern. Eine Bergkalkfauna aus der Araxesenge bei Djoulfa in Armenien. Wien, 1878. — Ueber das Steinsalz und seine geologische Stellung im russischen Armenien. *Mém. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Petersbourg*, 1857.

F. FRECH u. G. VON ARTHABER. Ueber das Paläozoicum in Hocharmenien und Persien. *Beitr. z. Pal. Oesterr. Ung.*, XII, 1900.

3. P. et N. BONNET. Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique aux environs de Djoulfa (Transcaucasie méridionale). *C.R. Ac. Sc.*, 14 mars 1910.



sine de celle qui fait l'objet de la description classique d'Abich, et dont Frech et Arthaber ont ensuite repris l'étude; mais elle présente une série allant du Carbonifère au Trias inférieur inclus, alors que le Permien y avait été seul reconnu par ces auteurs.

Elle est dirigée S.S.W.-N.N.E., et commence à 5 km. en amont du village de Djoulfa, à 4 ou 500 m. au-dessus du lit de l'Araxe. La série est en entier continue et concordante. En voici les différents termes :

I. Une masse de calcaires noirs, de 200 m. d'épaisseur, où j'ai distingué :

1. Une cinquantaine de mètres de calcaires renfermant des intercalations bitumeuses, soit en nodules, soit en lits, à plongement N.E., très redressés; j'y ai trouvé des *Fenestella*, quelques Brachiopodes en mauvais état, des Polypiers;

2. Une centaine de mètres de calcaires à même plongement, contenant avec des Bellérophons, *Fusulinella sphaerica* AB. et *F. lenticularis* Douv.

Un gauchissement renverse ici le plongement qui devient S.W. et se maintiendra tel jusqu'au sommet de la coupe, les couches demeurant très redressées;

3. Une cinquantaine de mètres de calcaires se montrant au microscope pétris de débris de Foraminifères, mais ne présentant aucune forme caractéristique.

Étant donné la présence des Fusulinelles dans les couches moyennes surmontant les calcaires à *Fenestella*, les niveaux 1 et 2 doivent être placés dans le Carbonifère. Le niveau supérieur 3 appartient peut-être déjà au Permien.

L'espace compris entre ce Carbonifère et l'Araxe étant couvert de masses d'éboulis qui dissimulent tout affleurement, je n'ai trouvé aucune trace du Dévonien; il existe vraisemblablement en profondeur, Abich en signale d'ailleurs sur la rive persane vers le milieu de la gorge¹.

II. Une suite de couches de 35 à 40 m. d'épaisseur, alternativement calcaires et marneuses, ou marno-calcaires, d'abord grises, puis rouges vers le sommet: c'est la série des couches à *Productus*; la faune en est déjà bien connue, aussi me bornerai-je à énumérer les subdivisions que j'y ai distinguées :

1. 2-3 m. niveau à *Productus intermedius* AB.

1. ABICH. Vergleichende geologische Grundzüge der kaukasischen und nordper-sischen Gebirge. Prodrômus einer Geologie der kaukasischen Länder. *Mém. Ac. Sc. St-Pétersb.*, 1858. Il cite de cet âge *Spirifer Verneuilii*, *Sp. Archiaci*, *Spirifer* sp., qu'il a trouvés près du monastère de Sourp Stepan, au S. E. de Daracham.

2. 4-5 m. couches à Crinoïdes et Polypiers.

3. 15 m. environ de calcaires et marnes renfermant une grande abondance de *Productus*, *Reticularia* et *Spirigera*, et *Otoceras trochoïdes* AB. dans la partie supérieure.

4. 3-4 m. niveau à *Otoceras djoulfense* AB., avec *O. tropitum* AB., *O. intermedium* AB., *O. trochoïdes*, *Goniatites Abichianus* MÖLL.¹, et persistance de *Spirigera protea* AB., *Reticularia Waageni* LÓCZY, *Marginifera intermedia helica* AB., *Productus Abichi* WAAG. Je signale ici toutes ces formes que j'ai récoltées dans ce niveau, parce que les *Otoceras*, que j'avais d'abord signalés comme paraissant compris dans un niveau indépendant supérieur aux couches à *Productus* permien, sont indiscutablement mélangés à ces Brachiopodes.

5. Une dizaine de mètres de calcaires rouges, avec quelques lits de marnes grises; ces couches renferment des débris de tiges de Crinoïdes, des Polypiers et quelques petits *Productus*.

Ici s'arrêtent les représentants de ce dernier genre; donc tout cet ensemble est nettement permien.

III. Une série calcaire d'environ 300 m. d'épaisseur, comprenant :

1. 25-30 m. de calcaires rouges, sans fossiles reconnaissables.

2. 3-4 m. de calcaires semblables renfermant comme je l'ai dit dans ma note précitée : « 1° à la partie inférieure, des formes identiques à celles décrites par Waagen sous le nom de *Celtites dimorphus*, *C. armatus*, *C. acuteplicatus*... 2° à la partie supérieure, une forme nouvelle que nous rapprocherons provisoirement de *Danubites nivalis* DIEN., en raison de sa dernière loge courte et de son ornementation extérieure rappelant celle de *Tirolites*, mais dont la cloison possède un plus grand nombre d'éléments ».

Dans un récent travail paru peu après ma première note sur ce sujet, M. Stoyanov² décrit et figure ces nouvelles formes d'Ammonoïdés et les fait rentrer en partie dans le nouveau genre *Paratirolites*.

Ces mêmes calcaires renferment encore à leur base *Goniatites Abichianus* des couches permienues sous-jacentes³.

1. M. Ém. Haug a déjà replacé dans le genre *Goniatites* cette espèce que Möller avait rangée dans le genre *Gastrioceras*. Voy. ÉM. HAUG, Études sur les Goniatites. *Mém. Soc. géol. Fr., Paléont.*, mém. XVIII, 1898, pp. 27-28.

2. A. A. STOYANOV. On the character of the boundary of Palæozoic and Mesozoic near Djulfa. *Mém. Soc. Imp. Russe Miner.*, vol. XLVII, Saint-Pétersbourg, 1910.

3. C'est cette espèce que j'avais en vue en signalant dans une récente note la persistance au Trias inférieur du genre *Gastrioceras* (P. BONNET. Le Mésozoïque de la gorge de l'Araxe près de Djoulfa. *C.R. Ac. Sc.*, 20 mai 1912).

3. 250 m. environ de calcaires marneux gris, se débitant en plaquettes à surface ondulée, et dont les couches sont fréquemment plissotées. La plus grande partie de cette formation ne présente pas de fossiles. Néanmoins, par endroits, ici notamment, à peu de distance au-dessus des calcaires rouges précédents, elles renferment de nombreuses *Pseudomonotis* du groupe de *Ps. Clarai* BRONN, très voisines de celles des « Hedenstrœmia-beds » de l'Himalaya, particulièrement de *Ps. himaïca* БИТТН. et de *Ps. decidens* БИТТН., avec de très rares empreintes d'Ammonites indéterminables.

J'ai considéré le niveau 2 comme devant occuper au moins une place assez élevée dans le Werfénien. Les couches sans fossiles 1 représenteraient alors au moins partiellement la partie inférieure de cet étage. Quant aux couches à *Pseudomonotis*, elles ne doivent pas être placées plus haut que le Werfénien supérieur, attendu que dans le Daralagheuz, ces mêmes Lamellibranches sont accompagnés de Meekocératidés qui interdisent l'attribution de ces couches au Trias moyen; c'est pourquoi je les ai assimilées aux « Hedenstrœmia-beds »¹. Ce sont elles qui représentent le Werfénien à *Avicula* cf. *Clarai* et *Tirolites*? signalées par Mojsisovics d'après un échantillon. d'Abich²; elles correspondent également en partie à celles que Frech, n'ayant pas vu le niveau à *Paratirolites*, a assimilées aux « Chidru-beds » du Permien terminal de la Salt Range, d'après leur position au-dessus des couches à *Otoceras*.

Cette dernière formation s'enfonce sous le Nummulitique moyen discordant ici.

Les études successives dont cette coupe a été l'objet ont donné lieu à des interprétations contradictoires que j'expliquerai ici.

Le profil d'Abich, qui l'a étudiée le premier, peut se résumer ainsi :

- a. Carbonifère : couches avec *Pecten* aff. *tortilis* SEMEN. (base);
- b. Calcaires noirs sans fossiles;
- c. Permien, renfermant d'abord les *Productus*, puis des Céphalopodes, entre autres des « Cératites » spéciaux (= *Otoceras*);
- d. Calcaires marneux sans fossiles, recouverts par l'Éocène discordant; il considère leur partie supérieure comme représentant déjà des couches de passage au Mésozoïque.

Mais Mojsisovics, réexaminant le *Pecten* aff. *tortilis* d'Abich, le

1. P. et N. BONNET. Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique dans le massif de Kazan-Iaïla. C.R. Ac. Sc., 6 mars 1911.

2. E. VON MOJSISOVICS. Zur Altersbestimmung der Sedimentär-Formationen der Araxesenge bei Djoulfa in Armenien. *Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst.* 1879.

détermina comme *Avicula* cf. *Clarai* BRONN, découvrit au revers du même échantillon l'empreinte d'un *Tirolites*, et constata que la gangue présentait exactement le caractère du Wellenkalk de l'Europe centrale : par suite il changea en Werfénien le niveau carbonifère *a* de la base; la coupe débiterait donc par le Trias inférieur et se continuerait par le Permien.

La coupe relevée par Frech qui revisita la gorge avec Arthaber, très rapidement d'ailleurs, en 1897, diffère en plusieurs points de celle d'Abich. Pour lui, le niveau werfénien *a* manque; la coupe débute par les calcaires noirs = *b*, dont il cite un Bellérophon; vient ensuite le Permien = *c*, dans lequel il considère qu'on ne peut faire de subdivisions. Les calcaires marneux = *d* sont sans fossiles ici, comme l'indique Abich; mais en les suivant en amont, il y a trouvé près du poste Negramski des plaquettes présentant quelques Mollusques mal conservés dont la détermination est faite par Arthaber sous d'expressions réserves : *Lima Footei?*, *Lithodromina abbreviata?*, *Aviculopecten* sp., *Pleurotomaria* cf. *penjabica*. En raison de leur position stratigraphique au-dessus des couches à *Otoceras* permienues, et de la présence de ces fossiles, Frech place ces couches au niveau des Chidru-beds de la Salt Range, et conclut que le Trias doit se trouver du côté du sommet de la coupe, surmontant les couches *d* du Permien terminal, et non vers sa base. La coupe d'Abich serait donc dessinée à l'envers, étant donné que le niveau werfénien *a* n'existe pas et ne peut exister à sa base.

La concordance entre ma coupe et celles de mes prédécesseurs doit être établie de la façon suivante :

La coupe que j'ai relevée ne présente pas plus que celle de Frech de niveau werfénien (= *a*) à la base. Elle débute par les calcaires noirs carbonifères, correspondant aux calcaires sans fossiles *b* d'Abich. L'ensemble des cinq subdivisions que j'ai distinguées dans le Permien représente les couches *c* et montre également la prédominance des Brachiopodes à la partie inférieure, des Céphalopodes à la partie supérieure. Le niveau à Ammonites qui suit a échappé aux investigations précédentes.

Les couches à *Pseudomonotis* qui le surmontent représentent les calcaires sans fossiles *d*. Or, ainsi que je l'ai déjà indiqué dans ma première note, parmi les Lamellibranches que présentent ces calcaires en plaquettes, se trouve une espèce identique au *Pecten* aff. *tortilis* d'Abich, c'est-à-dire à l'*Avicula* cf. *Clarai* de Mojsisovics¹. Donc ce dernier niveau *d* d'Abich est le même que son premier niveau *a*, et sa coupe rencontre par conséquent deux fois la même formation. Cette erreur semble pouvoir s'expliquer par le fait que ces couches werfénienues, présentant une direction oblique par rapport à la

1. Je n'ai trouvé aucun représentant du genre *Tirolites*. Les très rares empreintes d'Ammonites de ce niveau paraissent appartenir à des formes lisses à ombilic étroit.

rivière, reviennent en border le lit à peu de distance en aval de la coupe¹, où j'ai récolté les mêmes *Pseudomonotis* : donc le niveau existe bien aussi près de la rivière, mais sur un plan autre que celui de la coupe où il ne peut occuper que la partie supérieure. La coupe d'Abich est donc vraisemblablement, non pas représentée à l'envers, mais formée de deux tronçons passant par deux plans différents ; et c'est à tort qu'il indique à la base de son profil, en *a*, le niveau werfénien qui, sur le plan de ce profil, se trouve seulement en *d*.

Le Werfénien est donc bien à la partie supérieure de la coupe, comme le pensait Frech, et non à la base ; mais ce n'est pas au-dessus des couches que cet auteur assimile aux Chidru-beds qu'il faut le chercher, puisque ces couches elles-mêmes sont déjà triasiques.

La récente étude que M. Stoyanov a faite de cette coupe coïncide dans ses grands traits avec les indications que j'en avais données, mais ne fait pas mention du Carbonifère. Quant aux couches supérieures du Werfénien, il y indique simplement la présence de « quelques espèces très voisines des Pélécy-podes werfénien ».

Les interprétations successives de cette coupe peuvent être résumées ainsi :

ABICH	MOJSISOVICS	FRECH	BONNET	STOYANOV
c. de passage au Mésozoïque. ↑ d. Couches sans fossiles.	P e r m i e n	Permien supér. = Chidru-beds avec <i>Lima Footlei?</i> etc.	Werfénien { 2. Couches à <i>Pseudomonotis</i> (= <i>Pecten tortilis</i>) = niveau a d'Abich. 1. Couches à Ammonoïdés werfénien.	Werfénien { « Pélécy-podes werfénien ». Couches à <i>Paratirolites</i> .
c. Permien : couches à <i>Productus</i> et à « Cératites » (= <i>Otoceras</i>).		Permien avec faune de c.		
b. Couches sans fossiles.		Calcaires avec Bellérophon.	Carbonifère à Fusulinelles.	
a. Carbonifère avec <i>Pecten aff. tortilis</i> .	Werfénien avec <i>Avicula cf. Clari</i> .	O	O	

1. Voir planche XI.

La suite de la série n'est visible qu'en amont dans la gorge; où grâce à l'ablation de la couverture nummulitique, un ensemble de formations se trouvent mises à nu, appartenant au Trias moyen et supérieur, au Jurassique moyen, et au Crétacé supérieur.

La seconde coupe (voir fig. 2 et planche XII) qui embrasse ces différents termes et que j'ai récemment résumée dans une courte note¹, est dirigée S.W.-N.E., et débute à peu près à mi-chemin entre le poste Darachamski et le poste Negramski.

Au-dessus des couches à *Pseudomonotis* du Werfénien supérieur qui bordent la rivière près du poste Darachamski, en plongeant fortement au N.E., on trouve successivement, en continuité et concordance, les formations suivantes :

I. 150 à 200 mètres de calcaires marneux en plaquettes, d'aspect assez analogue aux couches sous-jacentes, et présentant dans leur partie supérieure des intercalations de calcaires compacts. Dans la partie inférieure, ces plaquettes présentent en relief à leur surface des sortes de tiges, en lacis réticulé : c'est sans doute ce qu'Abich a signalé comme « hieroglyphische Plattenkalke » peut-être permo-triasiques de la gorge de l'Araxe². Dans la partie supérieure, les plaquettes se montrent couvertes de petits Lamellibranches et Gastéropodes, à l'état de moules internes, à peu près indéterminables même génériquement; cette formation offre une analogie de faciès frappante avec le Muschelkalk de la Lorraine, de l'Allemagne méridionale et de la Basse-Provence, comme je l'ai déjà fait remarquer³. Cet ensemble, en raison de sa position stratigraphique au-dessus du Werfénien supérieur, doit être placé dans le Trias moyen.

Ainsi que les calcaires sous-jacents à *Pseudomonotis*, ces couches ont été également assimilées par Frech aux « Chidru-beds », et c'est précisément dans un affleurement de ce niveau qu'il a récolté des plaquettes à *Lima Footei?* etc. (voy. p. 317) correspondant vraisemblablement à celles que j'ai attribuées au Muschelkalk.

II. Une puissante masse de calcaires noirs compacts et de dolomies plus ou moins cavernueuses, en couches très redressées, pouvant atteindre jusqu'à 1000 m. d'épaisseur. Je n'y ai trouvé aucun fossile; il paraît néanmoins plausible de considérer cet

1. P. BONNET. Le Mésozoïque de la gorge de l'Araxe près de Djoulfa. *C.R. Ac. Sc.*, 20 mai 1912.

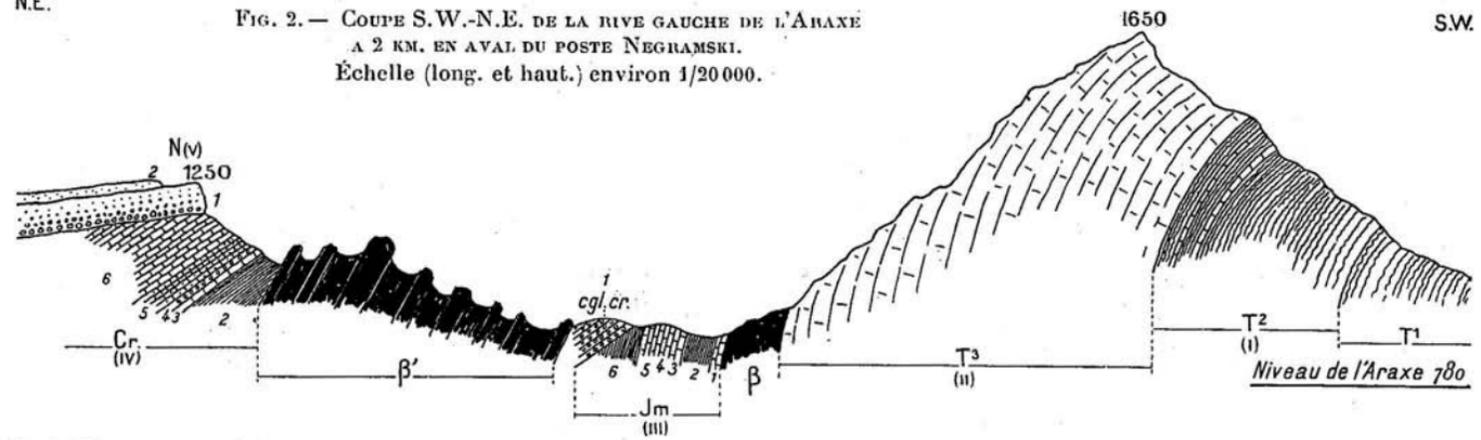
2. ABICH. Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern. II Theil. Geologie des armenischen Hochlandes. I. Westhälfte. 1882, 1 Absch. p. 25.

3. P. et N. BONNET. Trias et Mésojurassique du Kazan-Iaïla.

N.E.

FIG. 2. — COUPE S.W.-N.E. DE LA RIVE GAUCHE DE L'ARAXE
A 2 KM. EN AVAL DU POSTE NEGRAMSKI.
Échelle (long. et haut.) environ 1/20 000.

S.W.



- T². I. TRIAS MOYEN. Calc. en plaquettes à moules internes de Lamellibranches et Gastéropodes.
- T³. II. TRIAS SUPÉRIEUR. Calc. compacts et dolomies cavernueuses (sans fossiles ?)
- Jm. III.
 - 1, Calc. gréseux à *Sonninia Sowerbyi* et Lamellibranches.
- Bj. BAJOCIEN
 - 2, Marnes à *Posidonomya alpina* var. *striatula* et *Phylloceras Circe*.
 - 3, Calc. en bancs, à *Opp. subradiata* et *Phylloc. Deslongchampsii*.
- Bt. BATHONIEN
 - 4, Calc. à *Oppelia fusca* et *Lytoceras tripartitum*.
 - 5, — à *Opp. aspidoides*.
 - 6, Marnes à *Phylloc. flabellatum* et *Sphaeroceras bullatum*.

- Cr. IV. CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.
 - TURONIEN ?
 - 1, Conglomérat crétacé ?
 - 2, Calc. à *Glaucouites* et *Natices*.
 - 3, Calc. coniacien à *Radiol. cf. Sauvagesi* et *Nérinées*.
 - SÉNONIEN
 - 4, Conglomérat.
 - 5, Couches à faciès de Gosau (*Glaucouia Giebeli*, *Ampullina bulbiformis*, etc.).
 - 6, Calc. à *Inocérames (Anisoceras* à la base).
- N. V, NUMMULITIQUE MOYEN.
 - 1, conglomérat et grès rouges.
 - 2, calc. à *Nummulites Brongniarti*.
- β, β', Masses basaltiques.

Les chiffres romains et arabes correspondent à ceux du texte.

ensemble comme représentant le Trias supérieur en raison de sa situation stratigraphique entre les formations précédentes appartenant au Trias moyen et le Bajocien qui le surmonte; il présente d'ailleurs une grande analogie de faciès avec le type dolomitique du Trias supérieur alpin. Il est probable aussi que la partie supérieure des dolomies représente également le Rhétien, étant donné la liaison intime fréquente de cet étage avec le Trias supérieur en de nombreux points des géosynclinaux alpins.

Je n'ai trouvé aucun indice de l'existence du Lias.

Ces dolomies constituent une crête élevée dominant la gorge, et c'est en arrière de cette crête, au pied de son versant N.E., qu'affleure la suite de la série, séparée du Trias par une masse interstratifiée de basalte feldspathique localement très altéré avec vacuoles remplies de chlorite, de 100 à 200 m. d'épaisseur.

III. Un ensemble de couches pouvant atteindre environ 150 m. d'épaisseur, ayant exactement le même plongement que le Trias supérieur, et pouvant être, malgré l'absence de contact immédiat, considérées comme concordantes avec lui. Elles présentent la succession suivante :

1. Une quinzaine de mètres de calcaires gréseux, débutant par 2-3 m. de grès grossiers et renfermant :

<i>Sonninia Sowerbyi</i> MILL.	<i>Pholadomya reticulata</i> Ag.
<i>Pecten Silenus</i> D'ORB.	<i>Ostræa</i> sp.
<i>P. textorius</i> SCHLOTH.	<i>Pleurotomaria</i> sp.
<i>P. pumilus</i> LAMK.	<i>Belemnites</i> sp.
<i>Pleuromyaelongata</i> (MNSTR.?) AG.	

2. 40-50 m. de marnes grises, schisteuses, renfermant, parmi des Ammonites généralement très écrasées, quelques *Phylloceras* ferrugineux bien conservés :

<i>Phylloceras Circe</i> HÉB.	<i>Ph. mediterraneum</i> NEUM.
<i>Ph. disputabile</i> ZITT.	<i>Ph. Velaini</i> MUN.-CH.

accompagnés de *Posidonomya alpina* GRAS., var. *striatula* GEMM.

Suit une série de calcaires gris cendré, de 30 à 40 m. d'épaisseur, à faune très riche et bien conservée; j'y ai distingué :

3. Un premier niveau caractérisé par *Oppelia subradiata* Sow., renfermant en outre :

<i>Phylloceras viator</i> D'ORB.	<i>Ph. Velaini</i> MUN.-CH.
<i>Ph. Deslongchampsii</i> BRAS.	<i>Lytoceras pygmæum</i> D'ORB.
<i>Ph. mediterraneum</i> NEUM.	<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.
<i>Ph. disputabile</i> ZITT.	<i>Lissoceras</i> cf. <i>oolithicum</i> D'ORB.

<i>Cadomites linguiferus</i> D'ORB.	<i>P. Schläenbachi</i> SCHLIPPE
<i>Stepheoceras Humphriesianum</i> Sow.	<i>Perisphinctes Martiusi</i> D'ORB.
<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> Sow.	<i>Morphoceras</i> cf. <i>dimorphum</i> D'ORB ¹ .
<i>P. ferruginea</i> OPP.	

4. Un second niveau à *Oppelia fusca* QU., avec :

<i>Oppelia aspidoides</i> OPP.	<i>Lissoceras psilodiscus</i> SCHLOEN.
<i>Lytoceras tripartitum</i> RASP.	<i>Cadomites rectelohatus</i> HAU.
<i>L. adeloides</i> KUD.	<i>Parkinsonia neuffensis</i> OPP.

et les types suivants du niveau précédent :

<i>Phylloceras disputabile</i>	<i>Parkinsonia Parkinsoni</i>
<i>Strigoceras Truellei</i>	<i>Perisphinctes Martiusi</i>

5. Un troisième niveau renfermant en abondance *Oppelia aspidoides*, avec quelques exemplaires de :

<i>Phylloceras mediterraneum</i>	<i>Perisphinctes Martiusi</i>
<i>Parkinsonia Parkinsoni</i>	

6. Des marnes grises semblables à celles du n° 2 recouvrent ces calcaires. J'y ai trouvé :

<i>Phylloceras flabellatum</i> NEUM.	<i>Sph. microstoma</i> D'ORB.
<i>Sphæroceras bullatum</i> D'ORB.	

Toute cette série appartient au Jurassique moyen.

Les calcaires gréseux 1 représentent la zone inférieure du Bajocien, les calcaires 3 la zone supérieure ; donc les marnes 2, malgré l'absence de types nettement caractéristiques, représentent les niveaux intermédiaires. Les calcaires 4 et 5 représentent les deux zones du Bathonien ; quant aux marnes 6, elles correspondent, soit au sommet du Bathonien, soit à la base du Callovien. La série bajocienne-bathonienne est donc complète et offre de remarquables analogies avec le Mésojurassique des Basses-Alpes.

Cen'est que dans la zone inférieure du Bajocien que la faune présente un caractère néritique. Dans tout le reste de la série, en dehors de quelques débris de Bélemnites, de très rares Rhynchonelles et Térébratules, de quelques Spongiaires et de fragments d'Inocérames, la faune se compose presque exclusivement d'Ammonites avec prédominance de *Phylloceras* et *Lytoceras*, et accuse un caractère nettement bathyal.

1. C'est un affleurement de ce niveau que j'avais vu rapidement en 1909 et dont j'avais signalé quelques formes ; cet affleurement se trouve au N.W. de la coupe, en un point où le Jurassique est recouvert par le Nummulitique.

IV. Vient ensuite une série de formations présentant également un plongement N.E., mais à pendage plus faible.

Elle comprend :

1. Un conglomérat rouge de 15-20 m. d'épaisseur, formé d'éléments empruntés aux formations précédentes triasiques et jurassiques ainsi qu'à la masse basaltique interstratifiée entre elles, et reposant en discordance sur les marnes supérieures du Jurassique moyen.

Une nouvelle masse de roche basaltique (basalte andésitique), beaucoup plus puissante que la première, ayant 6 à 700 m. d'épaisseur, interrompt la succession¹.

Le conglomérat précédent, ainsi isolé de la série sédimentaire concordante de 200 m. environ d'épaisseur qui suit, forme vraisemblablement sa base, toutes ces formations montrant le même plongement d'environ 35° N.E.

2. Une douzaine de mètres de calcaires marneux blancs, renfermant de petites *Glauconia* et *Natica* ;

3. Un banc calcaire de 2-3 m. d'épaisseur, pétri de Nérinées et de Radiolites ; M. H. Douvillé, qui a bien voulu examiner ces derniers, a reconnu parmi eux *Radiolites cf. Sauvagesi* TOUCAS.

4. Un conglomérat de 7-8 m. d'épaisseur ;

5. Une vingtaine de mètres de marnes calcaires, avec quelques bancs de calcaires gréseux, présentant une faune très riche, en particulier :

Glauconia Giebeli ZK.

Glauconia n. sp.

Turritella Fittoni MÜNST.

Ampullina bulbiformis STOL. non
Sow.

Cytherea polymorpha ZIRT.

Cucullæa chimiensis GÜMB.

Plicatula aspera Sow.

Nautilus sp.

6. Des calcaires blancs, verdâtres ensuite, puis jaunes, extrêmement pauvres en restes organiques ; je n'ai pu y trouver que des débris d'Inocérames disséminés dans toute la masse, et dans la partie inférieure un fragment d'*Anisoceras*.

L'ensemble de ces couches se place évidemment par sa faune à la partie supérieure du Crétacé. La présence de *Radiolites cf. Sauvagesi* précise le Coniacien ; donc les couches à *Glauconia* sous-jacentes et le conglomérat inférieur à la masse de basaltes peuvent appartenir à la partie supérieure du Turonien. Le reste doit être rangé dans le Sénonien, sans que l'on puisse faire d'attribution plus précise. Les dernières couches à Inocé-

1. Je ne puis encore préciser les conditions de formation de ces masses basaltiques ; j'ai trouvé en outre quelques filons de faible épaisseur intercalés dans les couches paléozoïques et triasiques et dans les grès du Bajocien inférieur.

rames s'enfoncent sous le Nummulitique ; elles atteignent une grande épaisseur, mais une médiocre partie en est seule visible à l'endroit de la coupe.

V. Le Nummulitique recouvre en discordance angulaire ce Crétacé supérieur, en présentant un pendage très faible vers le N.E. Il comprend :

1. Un conglomérat d'une trentaine de mètres d'épaisseur moyenne, formé d'éléments très variés, où dominant des fragments de calcaires paléozoïques (Carbonifère à Fusulinelles en particulier), de dolomies du Trias supérieur et des galets des roches volcaniques précitées. Ces éléments, souvent à l'état de gros blocs à la base, affectent des dimensions de plus en plus réduites vers le sommet, où le conglomérat passe à des grès rouges grossiers présentant les récurrences de lits de galets.

2. Un grès jaune calcarifère, avec Huîtres à la base, où j'ai trouvé quelques Nummulites dans lesquelles M. J. Boussac a reconnu *Nummulites Brongniarti* d'ARCH. et HAIME.

C'est le même niveau lutétien qui surmonte le puissant conglomérat du village de Djoulfa ; j'y ai récolté dans cette localité *Nummulites perforatus* DE MONTF. et *Assilina exponens* Sow., également déterminées par M. J. Boussac, avec *Serpula spirulæa* LAMK., des Lamellibranches, des Gastéropodes et des Échinides. Mais ici, comme à l'entrée de la gorge, ce conglomérat se trouve précédé par des formations de même âge, donc intercalé au milieu de la série nummulitique moyenne.

VI. Vient ensuite une série s'étendant sur trois ou quatre km., jusqu'à la hauteur du village de Negram. Elle présente d'abord des grès rougeâtres à grain grossier, débutant par un conglomérat ; puis un cailloutis, des grès et marnes gris, couronnés par un calcaire en dalles, enfin des marnes renfermant en quantité du gypse et du sel gemme.

En dehors de quelques moules internes d'*Helix* que j'ai récoltés dans les grès sous le calcaire en dalles, je n'ai trouvé dans tout cet ensemble aucun fossile. Les formations salifères supérieures ont été déjà attribuées par Abich au Néogène¹ ; quant aux couches qui les séparent du Nummulitique moyen, elles ne peuvent représenter que les termes intermédiaires entre les formations de ces deux époques ; l'Oligocène fossilifère, avec *Cerithium margaritaceum* a été d'ailleurs signalé par le même auteur non loin de là au Nord de Djoulfa².

1. ABICH. Steinsalz.

2. ABICH, Geol. d. arm. Hochl. Westhälfte, p. 80.

II

Si l'on considère la répartition géographique de toutes ces formations (voy. la carte fig. 3), on voit que cette région est formée presque entièrement par des terrains mésozoïques, surmontés de Nummulitique, et spécialement que la gorge de l'Araxe est creusée en majeure partie dans les calcaires en plaquettes triasiques.

C'est par suite de l'attribution inexacte de ceux-ci au Permien que l'on avait prêté à ce terrain une grande extension qu'il est loin de présenter.

Le Carbonifère et le Permien couvrent un espace extrêmement restreint, dans la partie orientale de la gorge; l'un et l'autre sont uniquement cantonnés à l'endroit même de la première coupe; ils affleurent grâce à la disposition des calcaires en plaquettes triasiques qui s'écartent momentanément de la rivière en abandonnant leur plongement N.E. pour se renverser et découvrir ainsi les formations sous-jacentes. L'affleurement de celles-ci — Carbonifère, Permien et Werfénien à *Paratirolites* — affecte, dans l'espace ainsi ménagé entre le lit de l'Araxe et les calcaires en plaquettes, la forme d'un court arc de cercle (2-300 m.) à concavité tournée vers le Sud-Ouest; il est probable que ces formations continuent dans leur partie orientale le mouvement tournant esquissé, pour se prolonger au delà de l'Araxe en Perse.

Toujours est-il qu'il en est nettement ainsi pour les calcaires en plaquettes et les dolomies triasiques qui décrivent une vaste courbe et présentent un plongement périclinal, dessinant une sorte de demi-coupole coupée en deux par la rivière.

A l'Ouest de la première coupe, les calcaires en plaquettes triasiques revenant border le lit de l'Araxe et reprenant leur plongement N.E., font disparaître sur cette rive les formations sous-jacentes; seul un petit affleurement des couches à *Paratirolites* se montre de nouveau près du poste Darachamski, vers le milieu de la gorge sous forme d'un petit pli pincé à l'intérieur des calcaires en plaquettes. Celle-ci, à partir de ce point, rétrécit et de direction à peu près Nord-Sud, traverse directement les calcaires en plaquettes dont on observe aisément le passage d'une rive à l'autre.

Dans toute la partie centrale de la gorge, ces calcaires sont surmontés par les calcaires et dolomies du Trias supérieur qui, très durs et résistants, forment la crête dominant ici l'Araxe, et atteignant 1700 m. d'altitude. Ces formations sont à leur tour

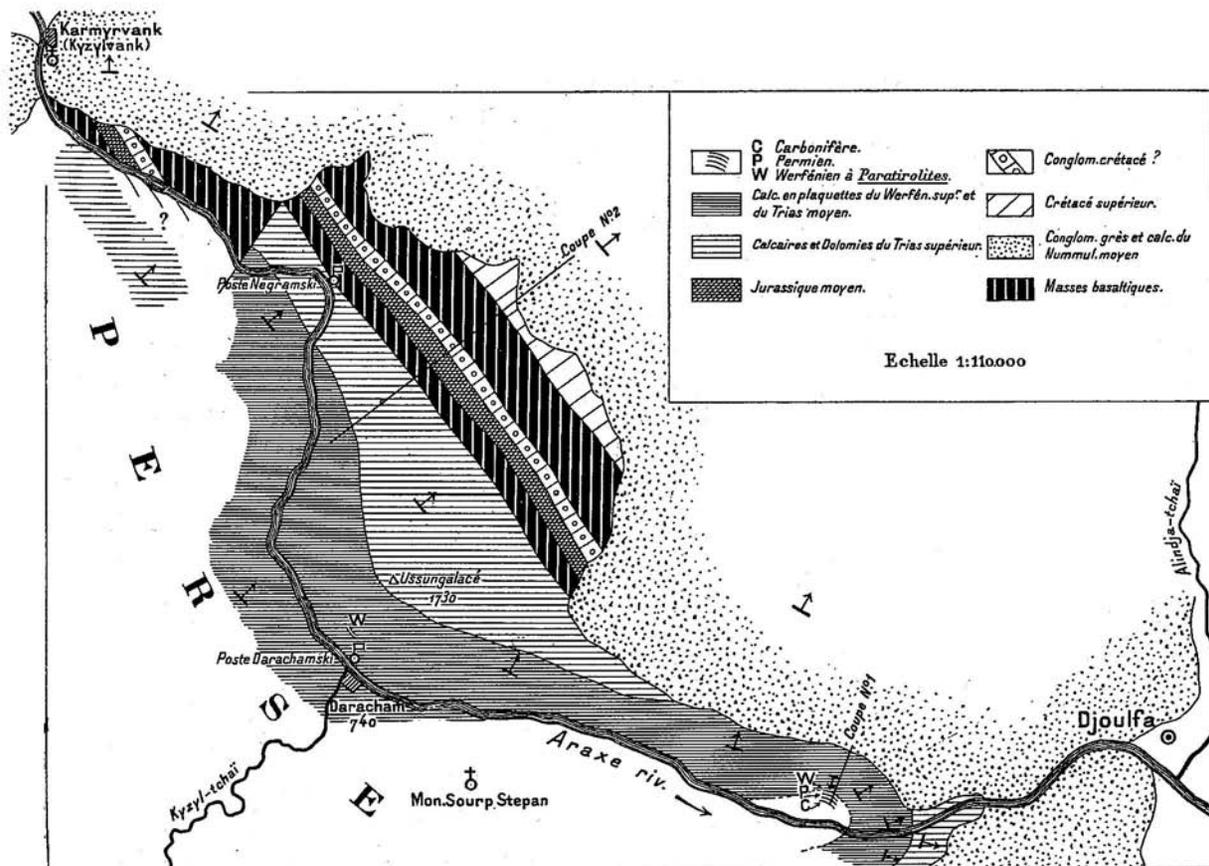


FIG. 3. — CARTE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE LA GORGE DE DJOULFA ET DE SES ENVIRONS (riv. russe).

entamées par la rivière, par suite du coude brusque qu'elle décrit près du poste Negramski.

Toutes ces couches triasiques ont une direction générale S.E.-N.W.; elles conservent partout un plongement général N.E., et leur courbure dessine nettement un flanc d'anticlinal. Cette direction générale se retrouve dans les formations suivantes : elles se succèdent en bandes parallèles dans une sorte de cirque allongé qui s'ouvre en arrière au N.E. de la crête dolomitique triasique.

La première masse basaltique suivie des formations gréseuses de la base du Bajocien s'applique étroitement au Trias supérieur, formant la base du flanc de la crête.

Le Mésojurassique et le conglomérat qui le surmonte occupent le fond du cirque. Ils s'alignent en une double suite de petits mamelons, le Bajocien-Bathonien se distinguant nettement par la couleur gris-clair de ses couches, le conglomérat par sa coloration rouge. La seconde masse basaltique, dont les dykes puissants présentent l'aspect d'une succession de murailles, occupe un espace considérable et semble à première vue, comme l'a figuré Frech ¹, remplir à elle seule le cirque entier, auquel elle imprime un aspect tout particulier. L'ensemble de ces dykes s'étage en gradins, derrière lesquels s'allonge la paroi N.E. du cirque, formée d'un talus de calcaires clairs crétacés couronnés par l'escarpement rouge du Nummulitique.

Toutes ces bandes disparaissent de part et d'autre sous ce Nummulitique. Elles réapparaissent, abstraction faite du Crétacé, dans la gorge même, au bord de la rivière, en amont du poste Negramski : Jurassique moyen et conglomérat, encadrés des deux masses basaltiques, y présentent une orientation à peu près parallèle et semblent avoir été déplacés vers le S.W. par un décrochement horizontal qui aurait rompu leur continuité primitive avec les bandes du cirque. Le Trias sur lequel ces formations s'appuient se trouve alors rejeté complètement en Perse, où les dolomies forment une crête aiguë bordant l'Araxe. C'est ainsi qu'en remontant la rivière du poste Negramski vers Karmyrvank, on voit immédiatement après les dolomies du Trias supérieur, le vaste talus de la gorge en cet endroit élargie, formé de roches foncées paraissant contribuer uniquement à sa constitution : ce n'est que par un examen attentif que l'on peut reconnaître là les deux masses volcaniques du cirque, avec, entre elles, partiellement dissimulées sous les abondants éboulis du conglo-

1. FRECH et ARTHABER. Ouvr. cité, p. 13, fig. 28.

mérait nummulitique, le même Mésojurassique avec le conglomérat qui le surmonte.

Toutes ces formations paléozoïques et mésozoïques ne sont mises à nu que grâce à l'ablation des dépôts tertiaires qui les avaient recouvertes complètement, et dont on retrouve des lambeaux conservés par places sur la crête des dolomies triasiques. Le Nummulitique, par suite, ne se montre développé qu'autour de la partie centrale du massif ; il se rapproche de la gorge seulement vers ses deux extrémités en s'abaissant pour la border et s'étendre ensuite en Perse, sur la rive droite de l'Araxe. Dans toute la partie centrale avoisinant le cirque de la coupe n° 2, il plonge au N.E. en s'enfonçant sous les dépôts néogènes de la plaine salifère, et se relie dans sa partie orientale au Nummulitique du Darydagh.

Le terme prédominant est constitué par les conglomérats et grès rouges : ce sont eux qui, dans la partie centrale, reposent directement sur les formations mésozoïques sous-jacentes. Mais, à l'entrée de la gorge, ils laissent voir un soubassement de couches appartenant à la même époque, dont la coupe a été relevée près de Karmyrvank par Abich d'abord, puis par Frech et Arthaber qui ont cité de ces niveaux inférieurs *Nummulites Lucasanus* et *N. aturicus*. Il en est de même à la sortie de la gorge : M. H. Douvillé a reconnu, dans les échantillons que j'y ai récoltés sous le conglomérat rouge, des Nummulites lutétiennes qu'il a bien voulu identifier. J'ai observé là, en discordance sur les dolomies du Trias supérieur et débutant par un conglomérat suivi d'un grès grossier, des calcaires à *Nummulites atacicus* LEYM. ; puis, des couches gréseuses à Gastéropodes et Lamellibranches en très mauvais état de conservation ; enfin des grès à *Assilina placentula* DESH., qui se chargent d'Huitres à leur partie supérieure, et passent ensuite au grès rouge puis au conglomérat.

Les formations postérieures au Nummulitique moyen ne s'observent que dans la plaine, où elles forment une zone extérieure bordant la périphérie du massif au Nord et au Nord-Est.

Étant donné la disposition de tous ces terrains, il semble qu'on soit ici en présence du flanc nord-est d'un brachyanticlinal poussé vers le Sud-Ouest. La gorge de l'Araxe suivrait à peu près le grand axe de la voûte crevée de ce brachyanticlinal dans sa partie orientale, entre Daracham et Djoulfa, partie où se montre en effet le noyau ancien, dont le centre dévonien se trouverait sur la rive persane. L'ensemble des formations triasiques

qui enveloppent ce noyau près de la coupe n° 1 formerait la terminaison périclinale du brachyanticlinal. Vers l'Ouest, l'axe se prolongerait en Perse; aussi les affleurements paléozoïques sur la rive russe se trouvent-ils cantonnés dans la partie orientale du cañon.

Ce bombement anticlinal émergeant au Sud de la plaine de Nakhitchevan fait partie de l'ensemble de massifs tertiaires à soubassement paléozoïque qui s'étendent, d'après Abich, entre cette plaine et le lac d'Ourmiah¹.

Trois mouvements distincts, tous de même sens, ont contribué à sa formation: le plus ancien a intéressé les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques; le second s'est produit entre le Crétacé supérieur et le Nummulitique moyen; enfin le dernier mouvement a été postérieur aux dépôts néogènes salifères.

Il existait donc sur l'emplacement de cette région un géosynclinal où se sont déposés en concordance les termes de la série anthracolithique. Il est à présumer que ces termes surmontent en concordance le Dévonien de la rive persane, étant donné que, dans les chaînes du moyen Araxe comme en Perse, ces terrains se présentent dans de telles conditions. Ce géosynclinal persiste au Trias. Il semble vraisemblable d'admettre une émergence temporaire correspondant au Lias, d'autant plus que le Jurassique moyen débute par un grès à éléments très grossiers, qui devient plus fin, se charge de calcaire, et présente d'abord dans sa zone inférieure une faune néritique précédant la faune bathyale du reste de la série.

Il est possible qu'il y ait continuation de dépôts au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur et moyen; ces dépôts seraient dissimulés en profondeur sous le conglomérat qui surmonte le Mésojurassique; on ne peut donc préciser la date du premier plissement qui a affecté Paléozoïque, Trias et Mésojurassique. Toujours est-il que le Crétacé supérieur revient en transgression sur les terrains antérieurs, émergés et redressés. Il débute par un conglomérat, et la série néritique d'abord, à faciès de Gosau, fait place ensuite aux dépôts bathyaux du Sénonien à Inocérames présentant une grande épaisseur.

C'est entre ce Sénonien et le Nummulitique moyen que se placent un nouveau plissement et une nouvelle émergence. Ce plissement est suivi d'une puissante transgression du Nummulitique moyen qui recouvre indifféremment les divers termes

1. ABICH. Bergkalkfauna. Einleitung.

de la série mésozoïque et les masses basaltiques. Dorénavant, la région présente des oscillations qui se traduisent par de fréquentes récurrences de conglomérats dans la série marine aboutissant aux dépôts lagunaires avec gypse et sel gemme du Néogène. C'est alors que se place l'exondation définitive, sous l'action du dernier plissement qui a parachevé la formation du bombement de Djoulfa.

OBSERVATIONS SUR LES TERRAINS TERTIAIRES DE LA CÔTE
ENTRE SAUSSET ET L'ANSE DU GRAND-VALLAT
(BOUCHES-DU-RHONE)

PAR J. Cottreau ¹.

La région côtière de la basse Provence qui s'étend au Nord du golfe de Marseille depuis le port de Gignac jusqu'au delà du cap Couronne, offre une belle série de couches tertiaires qui débutent par l'Aquitaniens ou même le Stampien. Depuis longtemps les travaux de Matheron, d'Orbigny, Hoernes, Ch. Mayer, Gourret, particulièrement les importantes études stratigraphiques et paléontologiques de Fontannes, publiées et complétées par M. le professeur Depéret, ont rendues classiques les localités du Rouet, Carry, Sausset, la Couronne.

Les terrains tertiaires occupent la côte de Gignac à Couronne, sauf en deux points : l'anse du Grand-Vallat et le port de Sainte-Croix. A une distance variable du littoral qui n'excède pas deux kilomètres au maximum, le Tertiaire vient buter contre une ceinture de terrains plus anciens : calcaires urgoniens au Nord et à l'Ouest dans la région de Sausset-la Couronne, marnes aptiennes au Nord de Carry, calcaires urgoniens, néocomiens, dolomies jurassiques au Rouet, Crétacé supérieur au port de Gignac.

Les auteurs qui ont étudié les terrains tertiaires de la côte, en particulier MM. Depéret et Fontannes, ont reconnu qu'en se dirigeant de l'Est vers l'Ouest la série débute par des conglomérats de brèche attribués au Stampien, se continuant par une série de couches aquitaniennes jusqu'à l'Ouest de Carry. A l'Aquitaniens succède le Langhien ou Burdigalien jusqu'au port de Sausset surmonté par des couches attribuées à l'Helvétien inférieur mais qui, par leur position stratigraphique et la faune qu'elles renferment, doivent être considérées comme étant le terme supérieur du Burdigalien ² : elles apparaissent entre la calanque des Baumettes et la calanque du Rouveau masquant, sur la côte, le Langhien inférieur depuis le plan de Sausset jusqu'au port où se trouve de chaque côté la mollasse rose burdigalienne. — On lit dans le mémoire posthume de Fon-

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1912.

2. Dans un prochain travail, je développerai les raisons qui me font ranger cette série non plus dans l'Helvétien, mais bien dans le Burdigalien supérieur.

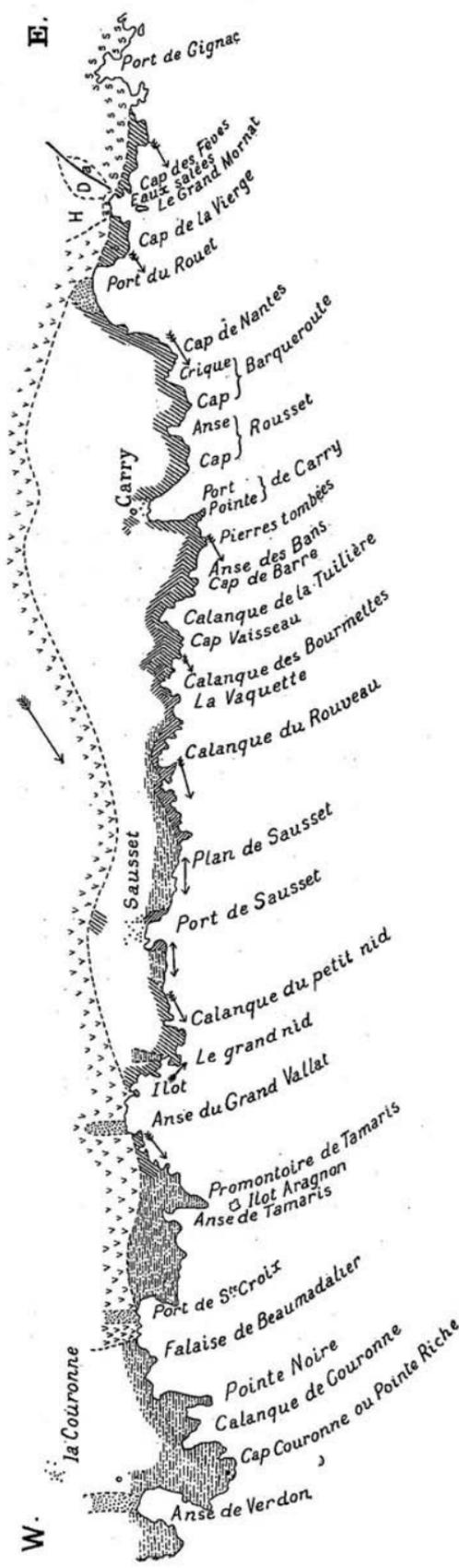


FIG. 1. — SCHEMA GÉOLOGIQUE DE LA CÔTE DU PORT DE GIGNAC AU CAP COURONNE. Échelle : 1/100 000. Les flèches indiquent l'orientation du plongement des diverses couches.

tannes¹ : « A partir du bord occidental de l'anse de Sausset, et en se dirigeant à l'Ouest sur le cap Couronne, les étages antérieurs à l'Helvétien ne se montrent plus (sauf un ou deux lambeaux insignifiants sur les bords de l'anse du Grand-Vallet²). » D'autre part, en ce qui concerne les couches situées entre le

1. FONTANNES. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. Mémoire posthume rédigé et complété par le Docteur Ch. DEPÉRET. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence. Deuxième partie, page 8, 1892.

2. M. DEPÉRET, dans le chapitre intitulé « Description générale, Paléontologie et Classification », indique que ce lambeau appartient au Langhien-Aquitainien.

port de Sausset et le Grand-Vallat, M. Depéret cite, entre le conglomérat à galets verts surmonté par la mollasse marno-calcaire blanchâtre à *O. crassissima* et le calcaire gréseux dur, jaunâtre ou rosé, à *Pecten gallo-provincialis* MATH. (mollasse de la Couronne), un faciès corallien à Bryozoaires semblant indiquer « que la région comprise entre Sausset et le Grand-Vallat correspondait à des parties un peu plus profondes de la mer helvétique que les régions situées plus à l'Ouest dans la direction de la Couronne ».

Ayant fait des recherches paléontologiques, au cours de plusieurs séjours, dans les différents terrains tertiaires qui s'étendent de Gignac à la Couronne, j'avais été frappé de rencontrer entre Sausset et le Grand Vallat, notamment à l'Est et à l'Ouest de la calanque du Petit-Nid puis du côté est de la crique du Grand-Nid, des couches renfermant des Lépidocyclines et certains Echinides spéciaux, en particulier *Parasalenia Fontannesii* CORR. très abondant, identiques aux échantillons provenant des couches nettement aquitaniennes visibles du côté de Carry (cap Rousset, crique Barqueroute, Pierres tombées, tranchée de la route près Carry). Les Lépidocyclines de la calanque du Petit-Nid ont été décrites et figurées par mon savant confrère M. Robert Douvillé qui, ultérieurement, a donné sur leur gisement des détails stratigraphiques ¹. Je dois dire toutefois que la véritable position de ces couches me paraissait jusqu'ici assez douteuse.

Un plus long séjour effectué dernièrement m'a permis de relever à cet égard quelques faits intéressants que je signale ici sommairement, me réservant de donner dans un prochain travail de plus amples détails sur les divers affleurements tertiaires de la région au double point de vue stratigraphique et paléontologique en ce qui concerne particulièrement les Echinides.

A partir d'un petit îlot situé à l'Ouest de l'anse du Grand-Vallat ² en longeant la côte jusqu'au port de Sausset, j'ai relevé la succession suivante :

A. DE L'ÎLOT DU GRAND-VALLAT JUSQU'À LA CALANQUE DU GRAND-NID. — Un peu à l'Est de l'anse du Grand-Vallat, et affleurant au bord de la mer, les calcaires urgoniens forment un escarpement qui se continue jusqu'à une crique à l'Ouest de laquelle se trouve

1. R. DOUVILLÉ. Lépidocyclines du Sausset (B.-du-Rh.). — Sur des Lépidocyclines nouvelles, *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, pp. 251 et 307, pl. x. — Position stratigraphique des gisements à Lépidocyclines dans le Miocène de Provence. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 10 et 11.

2. Cette anse porte le nom d'anse de Boumandariel sur la carte marine levée par le Service hydrographique. Je conserve néanmoins le nom de Grand-Vallat employé par Fontannes, qui est d'ailleurs usité dans le pays.

un petit flot adossé à l'Urgonien qui en forme le substratum. Immédiatement au-dessus vient un conglomérat à gros éléments

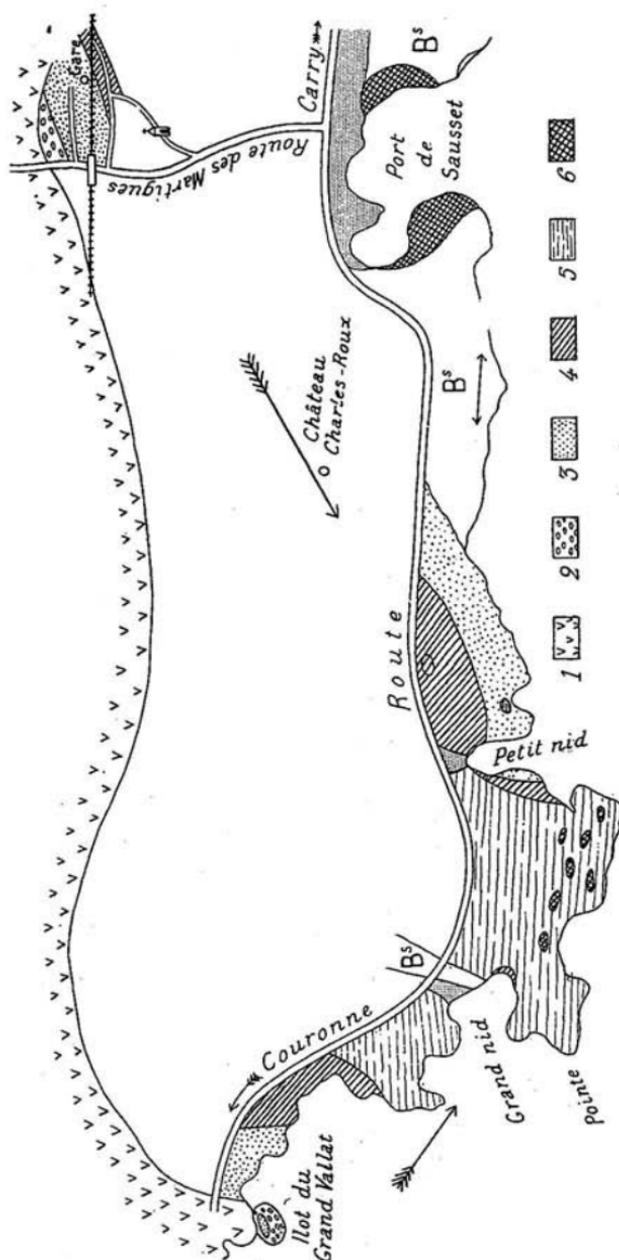


FIG. 2. — LA CÔTE DU GRAND VALLAT AU SAUSSET. — Éch. : 1/20 000 env.

1, Calcaires urgoniens ; 2, Conglomérats rougeâtres à éléments de brèche attribués au Stampien ; 3, Aquitanien inférieur, couches sableuses à *Pleuromectia subpleuromectes* d'Orb., Scutelles, etc. ; 4, Aquitanien moyen, couches margnérécuses à *Lépidocyclines*, *Echinides*, etc. ; 5, Aquitanien supérieur, couches gréseuses dites à *Rétépores* et mollasse rouge ou rosée à *Lucines* et *Turritelles* ; 6, Burdigalien, couches sableuses à *Amphiope elliptica* Deson et mollasse rose du Sausset ; B^s, Burdigalien supérieur, poudingue à galets véritables à *Ostrea crassissima*. Le grisé indique les lacunes dans les observations. Les flèches indiquent le sens du plongement des couches.

de brèche empruntés à l'Urgonien, cimentés par un grès jaune ou rougeâtre. Le conglomérat est surmonté par des couches gré-

seuses à nombreuses Huîtres plissées rapportées par MM. Depéret et Fontannes au groupe de l'*O. hyotis* LAMK. var. *oligocenica* DEP., Polypiers astréens et gros tubes attribués à des *Teredo*¹.

Ces couches gréseuses se retrouvent avec la même faune du côté est de la petite crique et on observe les surmontant :

1° Des alternances de couches mi-sableuses mi-gréseuses jaunes puis rouges, avec *Teredo* (?) et *P. subpleuronectes* D'ORB., *Spondylus*, *Scutella*, gros moules internes de Gastéropodes (*Conus*, etc.), *Psammochinus coronalis* LAMB. et autres Echinides.

2° Un banc marneux à *O. hyotis* LAMK. var. *oligocenica* DEP.

3° Des couches gréseuses jaunes, blanches ou roses à Nullipores, Polypiers, *P. cf. pusio* L. et *substriatus* D'ORB., *Spondylus*, *Parasalenia Fontannesii* CORR. (Les Lépidocyclines manquent en ce point).

4° Un ruban de petits galets que surmontent d'abord des couches gréseuses puis un banc sableux jaune et rose avec quelques petites Huîtres.

5° Un second ruban de poudingue surmonté par des couches gréseuses dures jaunes et rougeâtres renfermant à leur base *Scutella*, puis des Polypiers astréens, Lucines et Turritelles.

Toutes les couches que je viens de décrire sont inclinées N.N.W.-S.S.E.

B. CALANQUE DU GRAND-NID. — A l'Est et au fond de cette petite calanque, on voit affleurer sur le bord de la mer un beau développement de poudingue à galets verts. Les éléments du poudingue, petits à la base, sont plus gros au sommet; le ciment gréseux est jaune et rouge, il y a des débris de l'*O. crassissima*.

Le poudingue est surmonté par une couche gréseuse dure blanche à *O. crassissima*, *Balanus concavus* BRONN, recouverte par un banc à *O. crassissima*². Un peu au Sud, poudingue et banc à *O. crassissima* se terminent brusquement en biseau et on voit de bas en haut :

1° Un banc sableux jaune visible sur 1 mètre.

2° Banc gréseux à Nullipores et Lépidocyclines.

1. Il est difficile de décider si ces gros tubes doivent réellement appartenir à des *Teredo*. Il est en tous cas curieux de constater leur grande analogie avec des tubes de l'Eocène de Makamby (Madagascar) décrits par M. Tornquist sous le nom de *Magilus grandis* TORNSQ.

2. M. Jodot, qui a bien voulu m'accompagner dans l'une de mes courses, a reconnu que le poudingue surmonté par le banc à *O. crassissima* se continuait au Nord dans le parc du château où il est visible au bord d'une petite vallée sèche. Au-dessus de cet ensemble il y a des couches de mollasse sableuse, à moules de Pélécy-podes et *Schizaster*, qui viennent finir plus loin contre des couches gréseuses dites couches à Rélépores.

3° Banc dit à Rétépores ¹ présentant à cet endroit une section certainement ravinée par les couches sableuses visibles au-dessus des bancs à *O. crassissima* au Nord dans le parc du château ².

4° Mollasse dure, rouge, à Polypiers et fossiles à test spathique, *Turritella quadriplicata* BAST., *Lucina (Linga) columbella* LAMK. var. *minor*, nombreuses *Lucina incrassata* DUB. Cette mollasse superposée aux couches à Rétépores ne peut être confondue avec la mollasse rose burdigalienne de Sausset qui n'a pas d'ailleurs la même faune.

La côte entre le Grand-Nid et le Petit-Nid s'élève assez rapidement à partir de la mer jusqu'à la route près de laquelle affleurent seules les couches gréseuses dites à Rétépores qui contiennent *Flabellipecten fraterculus* Sow. (= *Pecten Vindascinus* FONT), *Pecten* cf. *Fraasi* FUCHS d'assez petite taille, *Spondylus*, mélangés à des fragments de *Scutella* et aux Lucines, Turritelles à test spathique de la couche mollassique supérieure bien visible vers la pointe du Grand-Nid.

C. DE LA CALANQUE DU GRAND-NID A LA CALANQUE DU PETIT-NID.

— Au bord de la mer, spécialement du côté du Petit-Nid ainsi que je l'ai figuré dans le plan de cette partie de la côte, la couche gréseuse à Rétépores présente d'assez nombreuses petites cavités d'érosion. Ces cavités sont remplies d'un sable jaune ou gris : j'y ai recueilli des *Scutella paulensis* AG. typiques, différentes des grandes Scutelles aquitaniennes qui ne se rapportent pas à cette espèce, ainsi que des fragments d'*Amphiope elliptica* DES. En ce point s'est donc déposé près du rivage actuel *au-dessus* des couches appartenant à l'Aquitaniien, du Burdigalien inférieur sableux (niveau à *Amphiope*) dont la surface a été abrasée et qui n'est visible actuellement que dans ces cavités d'érosion formées aux dépens des grès à Rétépores.

D. DE LA CALANQUE DU PETIT-NID VERS SAUSSET. —

Au-dessous de la couche gréseuse dure à Rétépores à la base de laquelle il y a un ruban de petits galets on observe, du côté ouest de la calanque du Petit-Nid et vers le fond de la calanque, la succession suivante de haut en bas :

1. M. Canu, à qui j'ai soumis des échantillons de ces Bryozoaires, a reconnu qu'il s'agit en réalité de *Porella* aff. *regularis* REUSS-MANZONI identiques aux échantillons provenant de l'Aquitaniien supérieur de Carry.

2. J'ai pu en effet recueillir parmi les nombreux Bryozoaires et autres fossiles de l'Aquitaniien supérieur, tous fragmentés ici, quelques débris du *Schizaster* abondant dans la mollasse sableuse jaune à Tamaris et Couronne empâtés de sable jaune.

1° Couches marno-sableuses blanches et jaunes à Lépidocyclines, *Cidaris* (*Cyathocidaris*) *avenionensis* DESM., *Pecten* divers, *O. hyotis* LAMK. var. *oligocenica* DEP.

2° Banc gréseux blanc ou rosé à Lépidocyclines¹, nombreux *Parasalenia Fontannesi* COTT., *Echinoneus*, *Schizaster* de petite taille, Nullipores, *Lima* sp. Il est important de noter que ce banc se continue jusqu'au fond de la calanque sous forme d'une mollasse gréseuse rose visible dans quelques gros blocs qui ne contiennent plus les Lépidocyclines mais seulement d'innombrables radioles aciculaires de *Parasalenia Fontannesi* COTT.

3° Des marnes gréseuses jaunes et blanches contenant encore des Lépidocyclines, riches en pinces de Crustacés, avec *Pecten* cf. *pusio* L. et *substriatus* D'ORB. (= *Chlamys gloria-maris* DUB.).

Les couches gréseuses à *Parasalenia Fontannesi* se retrouvent à l'Est de la calanque du Petit-Nid en contre-bas de la route de Sausset jusqu'un peu au delà d'une petite butte-témoin où on observe la série à peu près complète.

Un petit ruban de poudingue sépare les couches marno-gréseuses à Lépidocyclines d'autres formations sablo-gréseuses qui se montrent du côté ouest de la calanque et se poursuivent du côté de Sausset bien développées vers le bord de la mer. Cette nouvelle série est riche en grandes Scutelles identiques aux Scutelles des couches aquitaniennes qui se recueillent entre Carry et le Rouet (notamment à la crique Barqueroute). Les assises plus marneuses offrent des bancs d'*Ostrea hyotis* LAMK. var. *oligocenica* DEP. accompagnées du *Pecten* cf. *pusio* L.

Cette série se termine brusquement à quelque distance (50 m. environ à l'Est) de la petite butte-témoin dans la direction de Sausset. Les couches sableuses dont le pendage est toujours N.N.E.-S.S.W., de même que toutes les couches précédentes à partir du côté est de la calanque du Grand-Nid ont en ce point une épaisseur de 5 à 6 m.

En contrebas des couches sableuses à Scutelles et Huîtres, s'étend la série à peu près horizontale des bancs à *O. crassissima* puis du poudingue à galets verts jusqu'au port de Sausset où apparaît en substratum la mollasse rose langhienne de Sausset.

COUPE RELEVÉE AU NORD DE SAUSSET, ROUTE DES MARTIGUES, PRÈS DU PONT DU CHEMIN DE FER, ET TRANCHÉE DE LA GARE DE SAUSSET. — Les travaux entrepris pour la construction de la nouvelle ligne Paris-

1. Toutes ces Lépidocyclines sont celles qui ont été décrites et figurées par M. Robert Douvillé en 1907. *Op. cit.*

Marseille permettent de compléter les coupes précédentes au Nord de Sausset.

A une cinquantaine de mètres du village, après le pont du chemin de fer, on trouve, à droite de la route allant aux Martigues en tranchée à cet endroit, le calcaire urgonien surmonté successivement dans la direction de Sausset par :

1° Un conglomérat à éléments de brèche.

2° Des couches calcaréo-sableuses à gros tubes de *Teredo* (?) bien visibles au pont du chemin de fer.

3° Des couches sableuses où je n'ai pas recueilli le *Pecten subpleuronectes* D'ORB., mais qui contiennent en abondance les gros moules internes de Pélécy-podes et de Gastéropodes habituels à cette zone.

On retrouve ces mêmes couches dans la tranchée du chemin de fer côté nord en face de l'emplacement de la gare de Sausset sur une épaisseur d'environ 8 m. Du côté sud de la tranchée et dans un chemin parallèle en contre-bas, les couches sableuses sont surmontées par :

4° Une mollasse gréseuse rose où abondent les fines radioles aciculaires du *Parasalenia Fontannesii* CORR. Cette mollasse est entièrement identique aux blocs gréseux roses du fond de la calanque du Petit-Nid¹.

Toutes ces couches plongent régulièrement N.N.E.-S.S.W., de même que celles affleurant le long de la côte immédiatement après les bancs contenant *O. crassissima* à l'Ouest du port de Sausset jusqu'à la calanque du Grand-Nid.

COMPARAISON AVEC LA SÉRIE AQUITANIENNE DU ROUET ET CARRY.

La série des couches comprises à l'Ouest de Sausset jusqu'à l'îlot du Grand-Vallat est mise en parallèle avec la série aquitaniennne du côté Rouet et Carry dans le tableau ci-contre.

La série marine aquitaniennne du Rouet et Carry se retrouve donc également tout entière mais sur une moins grande longueur de côte entre Sausset et le Grand-Vallat. Il est intéressant de constater de ce côté l'absence complète des couches saumâtres à Nérinites, Cyrènes, Potamides, ce qui confirme l'opinion exprimée par Fontannes que les couches saumâtres de Carry sont un épisode local représentant « les dépôts d'estuaire d'un courant fluvial venu de l'Est². »

1. Les maisons de Sausset et la végétation empêchent l'observation des couches plus au Sud.

2. FONTANNES, *Op. cit.*, p. 63.

AQUITANIEN

Région côtière
Gignac, le Rouet, Carry.

Conglomérats rougeâtres inférieurs à éléments de brèche attribués au Stampien très développés entre Gignac, le Rouet et à l'Ouest du Rouet.

Couches sableuses grises à Huitres, tubes de *Teredo*, Polypiers astréens, *P. subpleuronectes* de petite taille entre Gignac et le Rouet, cap des Fèves.

Sables à *P. subpleuronectes*, grandes *Scutella*, *O. hyotis* var. *oligocenica*, moules internes de Pélécy-podes et de gros Gastéropodes (*Conus*, etc.) entre le Rouet et le cap Barqueroute.

Sables à *P. subpleuronectes*
de Fontannes.

Couches gréso-marneuses à Lépidocyclines, Echinides (*Parasalenia Fontannesi* CORR., *Psammechinus coronalis* LAMB. etc.), *Spondylus*, *O. hyotis* var. *oligocenica* DER., *Terebratula carryensis* GOURNER, Polypiers, Crustacés. — Crique Barqueroute à l'Est et à l'Ouest, tranchée de la route à l'W. de Carry à la sortie du village, entre le cap de Barre et les Pierres tombées à l'W. de Carry (Nota. *Terebratula carryensis* GOURNER ne se trouve qu'aux environs de la crique Barqueroute.)

Couches à Lépidocyclines et *Parasalenia*
Fontannesi CORR.

- 1^o Couches gréseuses dures noirâtres à Nérilines, petits Cérithes, etc. affleurant dans le port de Carry côté est.
- 2^o Couches sableuses et marneuses à faune mi-saumâtre, mi-marine, *Cyrena*, *Potamides*, *Mytilus*, dents de Squales (les fossiles de cette zone ont un test blanc friable, blanc et farineux). — Cap Barqueroute, côtés est et ouest du port de Carry.
- 3^o Couches gréseuses grises à *Potamides plicatus*, *P. margaritaceus*, *Cyrena*, Turritelles depuis la crique Barqueroute jusqu'à l'Est de Carry.

Aquitaniens saumâtre.

Région côtière
entre Sausset et l'îlot du Grand-Vallat
et au Nord de Sausset.

Conglomérats rougeâtres inférieurs à l'îlot du Grand-Vallat et route de Sausset aux Martigues après le pont du chemin de fer.

Couches sableuses grises à Huitres, tubes de *Teredo*, Polypiers astréens. *P. subpleuronectes* de petite taille, îlot du Grand-Vallat et un peu à l'Est de l'îlot, route de Sausset aux Martigues (pont du chemin de fer).

Sables à *P. subpleuronectes*, *Psammechinus coronalis* LAMB., moules internes de Pélécy-podes et Gastéropodes à l'Est de l'îlot du Grand-Vallat. Sables à moules internes de Pélécy-podes et Gastéropodes à la tranchée du chemin de fer côté nord en face de la gare de Sausset.

Couches sableuses à grandes *Scutella* avec bancs marneux à *O. hyotis* var. *oligocenica*, à l'Ouest de Sausset immédiatement après les bancs à *O. crassissima* se continuant près de la mer jusqu'à la calanque du Petit-Nid.

Sables à *P. subpleuronectes*
de Fontannes.

Couches gréso-marneuses à *Parasalenia Fontannesi* CORR., *O. hyotis* var. *oligocenica* DER., *Spondylus* sans Lépidocyclines entre le Grand-Nid et l'îlot du Grand-Vallat.

Couches gréseuses à Lépidocyclines sans *Parasalenia* au Grand-Nid.

Couches gréso-marneuses à Lépidocyclines, Polypiers, *Parasalenia Fontannesi* CORR., et autres Echinides. *Spondylus*, *O. hyotis* var. *oligocenica*, bien développées du côté W. de la calanque du Petit-Nid et à l'Est du Petit-Nid près de la route à une petite butte-témoin.

Mollasse gréseuse rose à nombreuses radioles aciculaires de *Parasalenia Fontannesi* CORR. visible à la tranchée du chemin de fer à la gare de Sausset du côté du village et dans quelques blocs au fond de la calanque du Petit-Nid.

Couches à Lépidocyclines et *Parasalenia*
Fontannesi CORR.

Manquent.

AQUITANIEN (suite)

Région côtière
Gignac, le Rouet, Carry.

Mollasse jaune et rouge calcaréo-siliceuse à Bryozoaires (dits Rétépores), Polypiers astréens, Scutelles (à la base), *Turritella quadriplicata* BAST., *Flabellipecten carryensis* GOURRET, *Flabellipecten fraterculus* SOW. (= *Pecten vindascinus* FONT.), *Pecten* cf. *Fraasi* FUCHS (de petite taille) nombreuses *Lucina incrassata* DUB., etc. (fossiles à test spathique, visible le long de la côte depuis le cap Barqueroute jusqu'à l'Ouest de l'anse de la Tuilière et également dans la tranchée de la route au sortir de Carry vers Sausset.

Région côtière
entre Sausset et l'îlot du Grand-Vallat
et au Nord de Sausset.

Banc gréseux dur rosé avec Scutelles à la base, Polypiers, Lucines, Turritelles, à l'Ouest de la calanque du Grand-Nid.
Couche gréseuse blanche dure à Bryozoaires (dite couche à Rétépores) *Flabellipecten fraterculus* SOW., *Pecten* cf. *Fraasi* FUCHS (taille petite), Lucines et Turritelles spathiques entre la calanque du Petit-Nid et la calanque du Grand-Nid.
Mollasse rouge (fossiles à test spathique) à *Turritella quadriplicata* BAST., nombreuses *Lucina incrassata* DUB., *Lucina (Linga) columbella* LAMK., var. *minor*, etc., Polypiers, vers la pointe et à la pointe de la calanque du Grand-Nid.

INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS.

Non loin de la côte actuelle la falaise crétacée formait les parois d'une cuvette contre laquelle sont venues se déposer successivement les différentes assises tertiaires. Les conglomérats rougeâtres à éléments de brèche se sont déposés contre la bordure supérieure de la cuvette, épousant l'inclinaison des couches crétacées ; un peu plus bas et avec un plongement plus faible vient la série aquitaniaenne, puis le Burdigalien inférieur et enfin du Burdigalien supérieur à peu près horizontal qui paraît occuper les points bas de la cuvette.

En ce qui concerne l'inclinaison en sens inverse, pour les couches affleurant immédiatement après les bancs contenant *O. crassissima* à l'Ouest de Sausset jusqu'au poudingue de la calanque du Grand-Nid d'une part, et pour la série s'étendant le long de la côte depuis la calanque du Grand-Nid jusqu'à l'îlot du Grand-Vallat d'autre part, je pense qu'elle peut s'expliquer de la façon suivante.

La falaise crétacée dépendant de la chaîne de la Nerthe, dont on connaît la tectonique compliquée, devait être très découpée : la côte actuelle avec ses nombreuses criques, calanques, anses, pointes ou caps n'en est que l'image affaiblie. Sans doute à l'époque tertiaire un cap ou promontoire crétacé orienté N.N.E.-S.S.W., s'avancait dans la mer un peu au Nord de Sausset à l'Est de la route conduisant aux Martigues. Ce promontoire déterminait sans doute à l'intérieur du golfe Gignac-Grand-Vallat un petit golfe secondaire

dont le point le plus bas correspondrait au fond de la calanque du Grand-Nid où s'est déposé en superposition le Burdigalien supérieur. La petite vallée sèche observée par M. Jodot dans le parc du château indiquerait assez exactement l'axe de ce golfe ou bassin secondaire. Sur la côte à l'Ouest de Sausset, on passe brusquement des bancs à *O. crassissima* et *Scutella paulensis* AG. à peu près horizontaux représentant non pas l'Helvétien, mais le Burdigalien supérieur, aux couches sableuses aquitaniennes, avec *O. hyotis* LAMK. var. *oligocenica* DEP. et *Scutella*, inclinées N.N.E.-S.S.W., avec une épaisseur en ce point de 5 à 6 m. environ. L'hypothèse d'une faille ne peut guère intervenir ici et d'ailleurs, l'observation des couches est impossible au Nord de la route. Ce qui est certain, c'est que ces couches ont le même pendage que les couches aquitaniennes observées au Nord de Sausset sur la route des Martigues et dans la tranchée du chemin dont elles sont assurément le prolongement. Il ne semble donc pas nécessaire de faire intervenir une faille à l'Ouest de Sausset après les bancs à *O. crassissima*; le Burdigalien supérieur paraît simplement ne pas avoir recouvert en ce point les couches aquitaniennes, se trouvant en dénivellation de 5 à 6 m. par rapport à celle-ci.

CONCLUSIONS.

Tous les fossiles marins que j'ai pu recueillir au cours de recherches répétées et minutieuses dans les couches succédant aux bancs à *O. crassissima* (Ouest de Sausset) jusqu'au poulingue de la calanque du Grand-Nid et du côté est de cette calanque jusqu'à l'îlot du Grand-Vallat, se rencontrent tous sans exception identiques dans la série aquitaniennne du côté Rouet-Carry.

Par contre je ne peux noter aucune espèce vraiment caractéristique de l'Helvétien. Parmi les Pectinidés, *Pecten gallo-provincialis* MATH., *Pecten Josslingi* SMITH, ne se rencontrent que dans la mollasse sableuse de la Couronne qui appartient d'ailleurs au Burdigalien supérieur ainsi que je le démontrerai dans un prochain travail, *Pecten* cf. *Fraasi* FUCHS, que j'ai recueilli entre la calanque du Petit-Nid et le Grand-Nid se trouve également dans l'Aquitanienn supérieur (mollasse gréseuse à Lucines) des environs de Carry. Il y a absence complète de l'*O. crassissima*. La faune aquitaniennne à l'Ouest de Sausset paraît, du moins en apparence, un peu plus pauvre que du côté de Carry; certaines espèces sont moins riches en individus, quelques-unes

manquent, par exemple *Terebratula carryensis* GOURRET. Cela tient sans doute à ce que ce petit golfe Sausset-Grand-Vallat était moins important, plus restreint, quoique présentant les mêmes faciès. La présence de Lépidocyclines représentées par les mêmes espèces du côté de Carry et à l'Ouest de Sausset et accompagnées des mêmes Échinides est un fait très important à noter.

Ces couches à faune bien nettement aquitaniennne ne peuvent donc plus être maintenues dans l'Helvétien inférieur.



AU SUJET DU DÉPLACEMENT DE LA LIGNE DE RIVAGE
LE LONG DES CÔTES ALGÉRIENNES
PENDANT LE POST-PLIOCÈNE

PAR LE GÉNÉRAL **de Lamothe**¹.

Dans la IV^e partie de mon mémoire sur les anciennes Lignes de Rivage du Sahel d'Alger², j'ai cherché à définir aussi nettement que possible les caractères des mouvements qui ont déterminé l'abaissement de la ligne de Rivage pendant une partie du Post-Pliocène, et j'ai insisté, en particulier, sur l'alternance des mouvements négatifs et positifs, sur l'extrême rapidité des premiers et l'extrême lenteur des seconds, et sur la nature *eustatique* des uns et des autres. Mais j'ai évité de me prononcer d'une façon trop catégorique sur les causes probables de ces mouvements, en raison des doutes qui subsistaient encore dans mon esprit au sujet de quelques-uns des faits observés.

D'une part, en effet, l'intercalation d'un mouvement positif après chaque mouvement négatif, ne me paraissait pas rigoureusement démontrée pour les niveaux les plus élevés, et j'avais même été conduit à admettre *provisoirement* que certains mouvements négatifs avaient pu être interrompus par des périodes de fixité absolue du niveau général de base.

D'autre part, l'existence d'une phase positive à l'époque actuelle, qui était la conséquence nécessaire de ma théorie, me semblait en contradiction avec le principe de la permanence du niveau de la Méditerranée, admis par la plupart des géologues et par moi-même.

Un nouvel examen de la question m'a permis de résoudre ces deux difficultés, et de substituer aux conclusions un peu vagues de mon mémoire, des conclusions plus précises.

OBJECTION TIRÉE DE LA NON-INTERCALATION DE MOUVEMENTS POSITIFS ENTRE TOUS LES MOUVEMENTS NÉGATIFS. — L'intercalation ne peut faire l'objet d'aucun doute à partir du niveau de 148 m. Pour les niveaux les plus élevés, les preuves directes, fournies

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de Rivage du Sahel d'Alger. *Mémoires de la Société géologique de France*, (4), I, Mém. n° 6, 1911.

par l'existence d'anciennes nappes alluviales au voisinage de la ligne de Rivage, semblent faire défaut en Algérie. Mais, si l'on se reporte au chapitre II de la IV^e partie, où j'ai donné un aperçu des phénomènes qui se sont succédé dans le Sahel pendant le Post-Pliocène, on voit que l'évolution topographique de cette région ne peut s'expliquer d'une façon satisfaisante qu'en admettant que l'établissement des lignes de Rivage de 265 et de 204 m. a été précédé par un mouvement positif. Dès lors, il paraît rationnel d'admettre qu'il en a été de même pour la ligne de Rivage de 325 m., et, comme conséquence, que l'alternance des mouvements positifs et des mouvements négatifs s'est manifestée à tous les niveaux.

OBJECTION TIRÉE DE LA FIXITÉ, DEPUIS L'ÉPOQUE HISTORIQUE, DU NIVEAU DE LA MÉDITERRANÉE. — En Algérie, de nombreuses observations m'ont permis d'établir nettement que le mouvement négatif qui a déterminé l'abaissement à 35 m. environ au-dessous du niveau actuel, de la ligne de Rivage de 18 m., avait été suivi d'un mouvement positif qui avait relevé cette ligne jusqu'à ce niveau. Si ce mouvement est la conséquence de l'accumulation dans les Océans des produits de la dénudation continentale, il doit évidemment se continuer de nos jours sans interruption. Or, il semble résulter de l'examen des divers repères fournis par les plus anciens documents historiques situés sur les rivages de la Méditerranée que depuis 2500 ans, il n'y a eu aucun déplacement appréciable du niveau de cette mer. Il y aurait donc opposition à ce point de vue entre la théorie et les faits. Mais il est facile de montrer que cette opposition n'est qu'apparente.

Je ferai tout d'abord remarquer qu'aucun de ces repères ne peut permettre, en raison même de leur nature spéciale (jetées, quais, fondations), d'apprécier des déplacements positifs du niveau de la mer dont l'amplitude *totale* à partir du moment où l'homme les a placés, n'atteindrait pas un mètre; cette quantité qui vraisemblablement doit être un minimum, correspond à un relèvement séculaire de 40 millimètres. Or, il semble résulter des calculs de Murray ¹ que le taux du relèvement du niveau de la mer, sous l'influence des apports continentaux et des produits de l'érosion marine, ne dépasse pas 3 millimètres par siècle, soit 75 millimètres pour une période de 25 siècles, quantité 13 fois plus faible que celle considérée comme susceptible

1. A. DE LAPPARENT. Traité de géologie, 3^e édition, p. 233.

d'être appréciée par nos mesures. Même en supposant que le nombre donné par Murray, et que A. de Lapparent regardait comme un maximum, soit en réalité un minimum (diverses causes, et notamment les épanchements volcaniques sous-marins, ayant pu contribuer à relever le niveau général de la mer), l'écart entre les limites extrêmes est suffisamment grand pour que l'on puisse, avec une certitude presque absolue, admettre que le relèvement du niveau sous l'influence des apports continentaux et des autres causes secondaires, est une grandeur d'un ordre trop faible pour pouvoir être mesurée à l'aide des repères historiques, quelle que soit leur ancienneté. Il n'y a donc aucune contradiction entre la théorie de la fixité du niveau de la Méditerranée depuis les temps historiques et l'hypothèse qui attribue les mouvements positifs à un relèvement *eustatique* du niveau de la mer par les produits de la dénudation continentale.

Les deux objections qui m'avaient arrêté en 1911 doivent par conséquent être écartées, et le principe de l'intercalation d'un mouvement positif entre chacun des mouvements négatifs successifs qui ont abaissé la ligne de Rivage, peut être considéré comme établi.

Mais on peut alors se demander si ce principe n'exclut pas *a priori* la possibilité d'une origine commune pour les deux catégories de mouvements.

Les considérations ci-après semblent montrer que cette communauté d'origine est effectivement inconciliable avec les faits observés.

Les mouvements *négatifs* sont caractérisés par leur instantanéité ou leur extrême rapidité, par leurs amplitudes relativement grandes et régulièrement décroissantes.

Les mouvements *positifs*, au contraire, sont caractérisés par leur extrême lenteur, par leurs amplitudes notablement moindres que celles des précédents, et qui paraissent varier dans des limites assez faibles.

La production des mouvements négatifs ne peut guère être attribuée qu'à des effondrements intermittents de la portion sous-marine de la Lithosphère, effondrements qui sont très probablement, comme je l'ai indiqué, en connexion avec la formation ou l'approfondissement des abîmes océaniques pendant le Post-Pliocène. Un mouvement positif isolé pourrait à la rigueur être dû à une cause analogue, par exemple au déplacement centrifuge d'une portion de l'écorce; mais cette explication est inadmissible pour une succession de mouvements positifs séparés par des mouvements négatifs. Il faudrait, en effet, dans ce cas, suppo-

ser que les déplacements de la Lithosphère ont été alternativement centripètes et très rapides, centrifuges et très lents, et que la succession de ces déplacements a eu lieu suivant un rythme régulier, variable avec le sens du mouvement.

Le seul énoncé de ces conséquences doit suffire à faire écarter l'hypothèse.

On est donc conduit à admettre que les mouvements *positifs* sont dus à une cause très différente de celle qui a donné naissance aux mouvements *négatifs*, et comme la seule cause capable de déterminer *systématiquement*, après chaque mouvement négatif, un déplacement positif extrêmement lent de la ligne de Rivage, paraît être le relèvement du niveau général de la mer sous l'influence des apports continentaux, c'est à ce relèvement qu'il est logique d'attribuer tous les mouvements positifs de la ligne de Rivage pendant le Post-Pliocène algérien.

La succession des phénomènes qui ont présidé à l'abaissement progressif de la ligne de Rivage le long des côtes algériennes peut dès lors être présentée sous la forme suivante :

1° Il existe en Algérie des traces de huit lignes de Rivage au moins, qui toutes sont postérieures au Pliocène ancien caractérisé par une faune de Mollusques à affinités tropicales.

2° L'abaissement de la ligné de Rivage à partir du niveau de 325 m., et probablement à partir d'un niveau plus élevé, s'est effectué par une série d'oscillations *eustatiques*, alternativement *positives* et *négatives*, l'amplitude des mouvements positifs ayant toujours été notablement moindre que celle des mouvements négatifs qui les ont précédés immédiatement.

3° Les déplacements *négatifs* sont dus à des effondrements verticaux de l'écorce terrestre dans la zone sous-marine, en connexion probablement avec la formation ou l'approfondissement des abîmes océaniques et méditerranéens ; ils ont été instantanés, ou du moins extrêmement rapides. Leur amplitude totale semble avoir été en diminuant.

4° Les déplacements *positifs* ne sont pas dus à des actions tectoniques, mais simplement au relèvement très lent du niveau général des mers sous l'influence prépondérante des apports continentaux, pendant *les périodes de repos* qui séparent les mouvements négatifs.

5° Après les niveaux de 31 et de 18 m., les mouvements négatifs ont abaissé chaque fois la ligne de Rivage au-dessous du

zéro actuel, d'une vingtaine de mètres après le niveau de 31 m., et de 35 mètres environ après celui de 18 m.

Le déplacement de la ligne de Rivage est actuellement dans une phase positive.

6° L'extension de ces conclusions à l'ensemble de la Méditerranée semble prouvée par la concordance des systèmes de terrasses des vallées du Rhône et du Danube avec celui de l'Isser.

Leur extension à d'autres régions du globe ne peut encore être démontrée rigoureusement : elle est rendue très probable par les observations auxquelles j'ai fait allusion dans mon mémoire.

Telle est la théorie, plus précise et plus complète, que je crois devoir substituer à celle que j'avais sommairement esquissée précédemment.

Elle n'a pas la prétention d'être une solution définitive des problèmes complexes que soulève le déplacement des lignes de Rivage pendant le Post-Pliocène ; mais, du moins, en ce qui concerne l'Algérie et une grande partie du bassin de la Méditerranée, elle semble, mieux que toute autre, rendre compte de l'ensemble des faits observés. Il est fort remarquable, en tout cas, que l'étude détaillée du littoral algérien m'ait conduit *a posteriori* et en dehors de toute idée préconçue, à adopter l'hypothèse que M. Suess avait si magistralement développée dans le deuxième volume de « la Face de la Terre ».

Je ne saurais d'ailleurs trop répéter que ma théorie s'applique exclusivement à la période des lignes de Rivage, c'est-à-dire à une période probablement très longue du Post-Pliocène pendant laquelle l'écorce terrestre n'a éprouvé que des mouvements verticaux en majorité centripètes : rien n'indique *a priori* qu'elle soit applicable aux époques antérieures. En outre, cette théorie n'exclut nullement, comme je l'ai également dit, la possibilité de mouvements propres, plus ou moins localisés, de la portion subaérienne de la Lithosphère (affaissements de portions plus ou moins étendues le long de certaines côtes ou dans l'intérieur des terres, etc...).

Je terminerai par une observation qui me paraît présenter un certain intérêt au point de vue de la chronologie géologique.

Comme on l'a vu ci-dessus, la vitesse des mouvements positifs paraît être comprise entre un minimum séculaire de 3 millimètres et un maximum de 40 mm. environ. D'autre part, l'amplitude totale des mouvements positifs est donnée approximative-

ment dans l'Isser, par l'épaisseur des sédiments alluviers au voisinage du niveau de base.

Pour le niveau de 103 m., cette épaisseur atteint 40 m., et le temps nécessaire à l'accumulation d'une pareille quantité de sédiments doit, par suite, osciller entre 1000 et 13000 siècles. Si l'on évalue à 35 m. l'épaisseur moyenne des alluvions de chaque niveau, et si l'on admet en outre, que les mouvements négatifs ont été instantanés, on voit que la durée totale de la période correspondant à la succession des huit anciennes lignes de Rivage de l'Algérie est comprise entre 7000 et 93000 siècles. Pour les raisons indiquées, la durée réelle se rapproche vraisemblablement beaucoup plus de la limite inférieure que de la limite supérieure; mais, même réduite au minimum, elle serait encore plus que suffisante pour permettre à la faune et à la flore de subir les changements, d'ailleurs assez restreints, qui ont été constatés. On ne devra pas perdre de vue, en outre, qu'un temps peut-être fort long sépare la fin du Pliocène ancien de l'apparition de la ligne de Rivage de 325 m.

SUR QUELQUES BRYOZOAIRES NOUVEAUX OU PEU CONNUS DU CÉNOMANIEN DU MANS

PAR **Georges Lecointre** ¹.

Pl. XIII et XIV.

M. F. Canu se trouvait avoir en sa possession des échantillons remarquablement conservés, provenant du Cénomaniens du Mans. Quelques espèces sont nouvelles. En comparant les autres aux types de la collection de d'Orbigny, je me suis trouvé à même de pouvoir préciser divers caractères entraînant une modification à la synonymie de certaines de ces espèces.

A ce propos, je remercie M. le professeur Boule de m'avoir autorisé à effectuer ce travail au Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle. Je remercie également M. Thevenin qui a très aimablement mis à ma disposition les échantillons dont j'ai pu avoir besoin.

Genre *MEMBRANIPORA* BLAINVILLE, 1834.

MEMBRANIPORA VENDINNENSIS, D'ORBIGNY, 1851.

Pl. XIII; fig. 1.

1831. *Membranipora vendinnensis* D'ORBIGNY : Paléontologie française. Terrain crétacé, p. 545, pl. 606, fig. 9-10.
1851. — *parsi* D'ORBIGNY : *ibid.*, p. 545, pl. 606, fig. 11-12.
1851. — *megapora* D'ORBIGNY : *ibid.*, p. 546, pl. 607, fig. 1-2.
1900. — *elliptica* (pars) CANU. Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, p. 354.

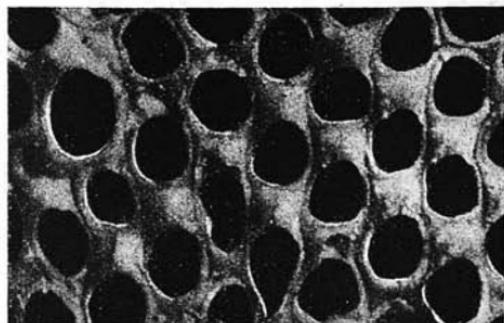


FIG. 1. — *Membranipora vendinnensis* D'ORBIGNY.
Ovicelles.

Variations. — M. Canu a identifié à tort cette espèce avec *M. elliptica* v. HAGENOW; elle est bien caractérisée par son opésic qui est pyriforme et par ses dimensions zoéciales.

Fréquemment il y a un petit ectocyste inférieur convexe.

Ovicelle volumi

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

neuse, ornée latéralement de deux cornes, son plancher est distinct de celui de l'opésie; un opercule spécial enfermait donc l'entrée (fig. 1).

La régénération du polypide¹ se manifeste par la présence de zoécies à double cadre (zr, fig. 2).

La prolifération des zoécies est irrégulière et provoque la formation de nombreuses zoécies avortées (za, fig. 2).

L'ancestrule est identique aux autres zoécies (a, fig. 2).

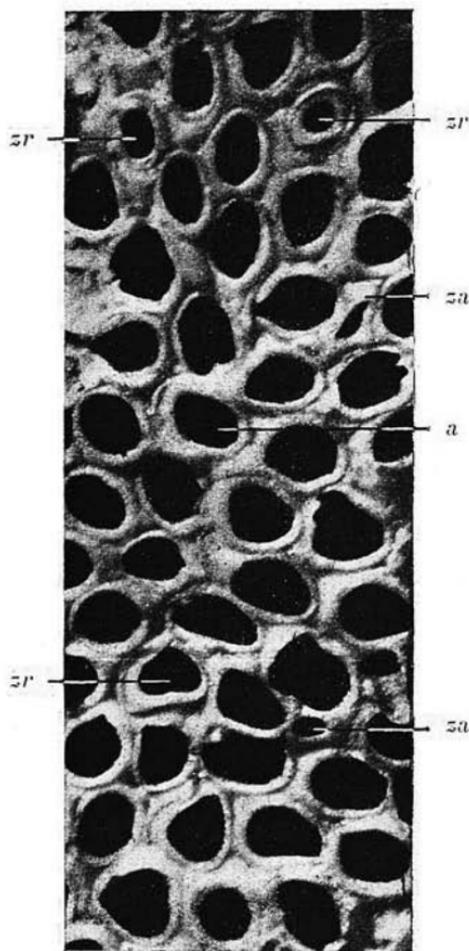


FIG. 2. — *Membranipora vendinnensis* D'ORBIGNY.

a, Ancestrule; za, Zoécies avortées; zr, Zoécies régénérées.

M. megapora D'ORBIGNY, est une variété non ectocystée. Le type, conservé au Muséum, présente un groupe de zoécies closes, très bien figurées par d'Orbigny, et dont la signification est inconnue.

Zoécie² { $Lz = 0,40 - 0,42$
 { $lz = 0,28 - 0,30$

Opésie { $Lo = 0,30 - 0,35$
 { $lo = 0,20 - 0,28$

Étage : Cénomaniens. —
Localité : Le Mans.

MEMBRANIPORA PYROPE-
SIATA n. sp.

PL. XIII; fig. 5.

Diagnose. — Zoarium encroûtant. Zoécies distinctes, allongées, pyriformes, séparées par un sillon profond, ectocystées à la base; Opésie pyriforme, la pointe en haut; cadre mince, tranchant, élargi à sa base.

1. LEVINSEN. Sur la régénération totale des Bryozoaires. *Académie royale des Sciences et Lettres du Danemark*, 1907, page 151.

2. Le millimètre est pris pour unité.

Ovicelle saillante, globuleuse, lisse, à plancher distinct, fermée par un opercule spécial.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,30 - 0,34 \\ lz = 0,22 - 0,24 \end{array} \right. \quad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,20 - 0,24 \\ lo = 0,16 - 0,18 \end{array} \right.$$

Ses faibles dimensions zoéciales et sa grande régularité différencient nettement cette espèce de *M. vendinnensis* d'ORBIGNY.

Étage : Cénomanién. — *Localité* : Le Mans.

MEMBRANIPORA NICKLESI n. sp.

Pl. XIII; fig. 3.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* petites, allongées, séparées par un sillon elliptique; *Cadre* très mince, tranchant, égal partout. *Opésie* régulière, totale, elliptique. *Ovicelle* globuleuse, saillante, lisse, aussi large que haute, à plancher distinct, formé par un opercule spécial.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,36 - 0,40 \\ lz = 0,20 - 0,24 \end{array} \right. \quad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,26 - 0,28 \\ lo = 0,16 - 0,18 \end{array} \right.$$

Cette espèce se rapproche de *M. elliptica* VON HAGENOW, dont elle se distingue par l'absence de toute hétérozoécie. Les zoécies sont plus petites au voisinage de l'ancestrule.

Étage : Cénomanién. — *Localité* : Le Mans.

MEMBRANIPORA CANUI n. sp.

Pl. XIII; fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* grandes, allongées, distinctes, séparées par un sillon profond; elliptiques ou subpentagonales. *Cadre* saillant, rond ou un peu élargi à la base, lisse. *Opésie* totale, elliptique, peu régulière. Deux impressions circulaires dans la partie distale du plancher.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,44 - 0,60 \\ lz = 0,34 - 0,52 \end{array} \right.$$

$$\text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,36 - 0,48 \\ lo = 0,34 - 0,40 \end{array} \right.$$

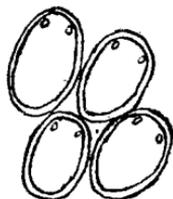


FIG. 3. — *Membranipora Canui* n. sp.
— Impressions distales du plancher.

Les zoécies sont très irrégulières, plus petites au voisinage de l'ancestrule. Les zoécies primosériales sont identiques aux zoécies normales. Sur la figure on aperçoit une zoécie à double cadre qui a subi la régénération du polypide.

Affinités. — Cette espèce appartient au groupe de *Membranipora Lacroixi* WATERS : toutes les zoécies portent en effet sur la paroi basale calcaire les deux petites impressions musculaires distales, caractéristiques¹ (fig. 3).

Elle se distingue de *M. spatulata* par son cadre plus mince, 0,04 au lieu de 0,06, par ses zoécies plus larges $lz \geq 0,28$ et par sa prolifération qui s'opère sans zoécies modifiées. Elle diffère de *M. subtilimargo* Rss., par la taille plus élevée de ses zoécies et de *M. dilatata* Rss. par son cadre plus étroit.

Étage : Cénomanién. — *Localité* : Le Mans.

MEMBRANIPORA SPATULATA n. sp.

Pl. XIII ; fig. 6.

Diagnose. — *Zoarium* unilamellaire, encroûtant des Algues. *Zoécies* grandes, allongées, distinctes, séparées par un sillon profond, irrégulièrement elliptiques. *Cadre* rond, lisse, un peu plus mince en haut. *Opésie* totale, elliptique. *Zoécies primosériales* différenciées, spatulées, plus étroites à opésie postérieure.

Zoécies normales :

$$\text{Zoécie} \begin{cases} Lz = 0,52 - 0,60 \\ lz = 0,32 - 0,40 \end{cases} \quad \text{Opésie} \begin{cases} Lo = 0,36 - 0,44 \\ lo = 0,26 - 0,28 \end{cases}$$

Zoécies primosériales :

$$\text{Zoécie} \begin{cases} Lz = 0,60 - 0,66 \\ lz = 0,28 - 0,30 \end{cases} \quad \text{Opésie} \begin{cases} Lo = 0,52 - 0,56 \\ lo = 0,16 - 0,24 \end{cases}$$

Affinités. — La caractéristique de cette espèce est donnée par la forme toute spéciale des zoécies primosériales. Elles rappellent les grands avicellaires intercalés du groupe de *M. valdemunita* HUNCKS² mais ici elles ne présentent pas toutes cette différenciation et il en est d'absolument semblables aux zoécies normales.

L'espèce que nous décrivons ressemble beaucoup à la figure que donne d'Orbigny de *Biflustra aperta* (pl. 692, fig. 13-15) mais en nous reportant au type, nous avons pu constater que l'avicellaire primosérial est bien plus parfait que ne l'indique la figure, et par conséquent que dans *M. spatulata*.

Le sillon qui sépare les zoécies est également bien plus accentué que dans cette dernière espèce.

Étage : Cénomanién. — *Localité* : Le Mans.

1. WATERS. Observations on Membraniporidae. *Linnean Soc. Journal Zoology*, vol. XXVI, p. 679, pl. 48, fig. 14-16.

2. Voir F. CANU. Revision. . . . *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, p. 353, fig. 12, 1900.

MEMBRANIPORA GIGANTISSIMA n. sp.

PL. XIV, fig. 2.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* très grandes, allongées, séparées par un sillon profond, rétrécies en arrière, souvent ectocystées. *Cadre* très mince, rond, orné dans la moitié supérieure d'au moins 6 grosses épines creuses dont il ne reste que les traces.

Opésie antérieure, très grande, elliptique.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,80 - 1,00 \\ lz = 0,50 - 0,64 \end{array} \right. \quad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo \ 0,64 - 0,82 \\ lo \ 0,34 - 0,50 \end{array} \right.$$

Affinités. — Par ses grosses épines creuses elle fait partie du groupe *Ornatella* de Canu¹.

Elle se rapproche de *Flustrellaria fragilis* D'ORBIGNY dont les dimensions zoéciales sont presque de moitié plus petites.

C'est le plus grand Membranipore connu.

Étage : Cénomarien. — *Localité* : Le Mans.

Genre *OGIVA* J. JULLIEN, 1881.

OGIVA CENOMANA D'ORBIGNY, 1847.

PL. XIV, fig. 3-4.

1845. *Eschara dichotoma* MICHELIN (non GOLDFUSS). Iconographie zoophytologique, p. 253, pl. 53, fig. 15.
 1847. *Eschara cenomana* D'ORBIGNY. Paléontologie française. Terrains crétacés, V, p. 105, pl. 602, fig. 1-3.
 1851. *Biflustra cenomana* D'ORBIGNY. Ibid., p. 246, pl. 687, fig. 14-16.
 1900. *Membranipora cenomana* F. CANU. Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 361².

M. Canu n'ayant pas observé l'onchocellaire a identifié à tort *Eschara cenomana* D'ORBIGNY avec *Eschara acis* D'ORBIGNY. Elle en diffère par sa très petite ovicele, par son opésie terminale et non antérieure et surtout par son onchocellaire. Cet onchocellaire, contrairement à celui de *Onychocella acis* D'ORB., est très peu différencié des zoécies normales. Son cryptocyste est très réduit. La partie distale est très saillante en dôme en

1. F. CANU. Revision. . . . *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 372.

2. Non : *Onychocella cenomana* F. CANU. Bryozoaires du Turonien de Janières. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 146, pl. v, fig. 4-5-6.

Non : *Onychocella cenomana* F. CANU. Bryozoaires du Turonien de Saint-Calais. *B. S. G. F.*, [3], XXV, p. 737, qui ne sont autres que *Onychocella acis* D'ORBIGNY, 1851.

avant de la frontale. Il en résulte une grande opésie oblique tournée vers le bas.

L'ovicelle, minuscule, s'ouvre dans la zoécie même. La forme *rhebasia* résulte de l'épaississement graduel du cryptocyste autour de l'opésie.

Quant à la forme figurée par d'Orbigny sous le nom de *Biflustra cenomana* ce n'est qu'une variété assez rare.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,42 - 0,44 \\ lz = 0,24 - 0,30 \end{array} \right. \quad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,14 - 0,20 \\ lo = 0,18 - 0,20 \end{array} \right.$$

$$\text{Onychocellaire} \left\{ \begin{array}{l} L = 0,30 - 0,36 \\ l = 0,22 - 0,26 \end{array} \right.$$

Étage : Cénomancien. — Provenance : Le Mans.

Genre *RHAGASOSTOMA* KOSCHINSKY, 1885.

RHAGASOSTOMA CENOMANA n. sp.

Pl. XIII, fig. 2.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* petites, peu distinctes, courtes, arrondies en haut; cadre très peu saillant: cryptocyste peu profond, lisse, plan ou convexe. *Ovicelle* grosse, globuleuse, lisse, à plancher distinct fermé par un opercule spécial, ornée de deux cornes latérales. *Opésie* semilunaire, à lèvre inférieure concave, ornée de deux échancrures opésiulaires symétriques et peu profondes. *Réticulocellaire* grand, rhomboïdal, terminé par une pointe aiguë, saillante en avant du plan zoécial. *Opésie* médiane, ronde, avec une petite échancrure linéaire inférieure.

$$\text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,10 \\ lo = 0,12 - 0,14 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,30 \\ lz = 0,16 \end{array} \right.$$

Étage : Cénomancien. — Localité : Le Mans.

Genre *MEMBRANIPORELLA* SMITT, 1872.

MEMBRANIPORELLA SUBFALLAX n. sp.

Pl. XIV, fig. 5.

Diagnose. — *Zoarium* encroûtant. *Zoécies* elliptiques, distinctes, séparées par un sillon atténué et inconstant, cadre lisse, peu saillant. *Costules* épaisses au nombre de 12 à 16, séparées par un intervalle presque aussi large qu'elles, attachées sur une crête médiane non saillante et étroite. *Opésie* semi-lunaire à lèvre

inférieure un peu convexe. *Ovicelle* grande, saillante, globuleuse, lisse, s'ouvrant dans la zoécie. Deux petits *avicellaires oraux* symétriques à pointe très saillante tournée vers le haut.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0,64 \\ lz = 0,24 \end{array} \right. \quad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} Lo = 0,10 \\ lo = 0,12 \end{array} \right.$$

Affinités. — Très voisine de *M. fallax* BRYDONE¹ du Coniacien d'Angleterre elle s'en distingue par ses dimensions plus exigües $Lz = 0,50$ à $0,68$ au lieu de $0,70$ à $0,80$ et par ses petits avicellaires dont la pointe est tournée vers le haut au lieu d'être dirigée vers le bas.

Étage : Cénomaniens. — *Localité* : Le Mans.

Genre *PORINA* D'ORBIGNY, 1851.

PORINA CENOMANA n. sp.

Pl. XIV, fig. 1.

Diagnose. — *Zoarium* arborescent, formé de deux couches symétriques adossées. Les *zoécies* sont indistinctes. *Péristomice* circulaire. Les *pores frontaux* sont irréguliers en grandeur et en position; cependant, au-dessus de chaque orifice il paraît y en avoir deux plus constants que les autres.

Nous avons essayé, au moyen de coupes, de nous rendre compte de la constitution de la zoécie. Nous avons seulement pu constater que les pores frontaux ne débouchaient pas à l'intérieur et, par conséquent, leur signification demeure inconnue.

Le genre *Porina* abonde dans le Crétacé supérieur mais c'est la première fois qu'il est rencontré dans le Cénomaniens.

Étage : Cénomaniens. — *Localité* : Le Mans.

1. R. M. BRYDONE. Notes on new or imperfectly known chalk Polyzoa. *Geological Magazine*, Dec. V, vol. VII, n° 517, 1910, p. 482, pl. xxxvi, fig. 6-8.

SUR L'ÂGE DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES DU SAHARA SOUDANAIS

PAR **G. Garde** ¹.

Des terrains sédimentaires, principalement constitués par des grès, passant quelquefois à des poudingues, par des grès argileux, par des argiles sableuses, parfois par des calcaires variés, s'étendent sur de vastes espaces de la rive gauche du Niger, dans le Sahara soudanais. Les calcaires, qui sont fossilifères, sont intercalés au milieu des autres dépôts, et ils ont été observés en de nombreux points, notamment dans le Damergou, dans l'Adar-Doutchi, dans le dallol Tilemsi, etc.

Dans cette note, je ne m'occuperai que de l'âge de ces formations de la rive gauche du Niger, les ayant déjà décrites ² par ailleurs et ayant alors mentionné les différents travaux qui s'y rapportent.

Les fossiles qui ont été signalés dans le Damergou par de Lapparent, ceux qui y ont été recueillis et étudiés par M. Chudeau, et ceux que j'y ai recueillis moi-même, montrent que les formations de cette région sont du Crétacé supérieur (Turonien). Les argiles et les grès du Tagama et les grès de l'Alakos et du Kou-tous qui s'étendent plus à l'Est, sont aussi du même âge pour M. Chudeau ³.

Par l'étude ⁴ des fossiles que j'ai trouvés dans l'Adar-Doutchi, j'ai pu rapporter au Maëstrichtien les calcaires et les sables argileux de cette région.

Les fossiles, identiques à ceux de l'Adar-Doutchi, qui ont été recueillis dans différents points situés au Nord, au Nord-Est et au Nord-Ouest de celui-ci, à Tillia, Cessa, Tenakart, Anou-Melloum, Tabrichat, Tabankort, Mabrouck, Tamalarkat, Tafadek, etc., permettent également de ranger dans le Maëstrichtien les formations argilo-sableuses ou gréseuses de ces régions.

Malgré l'absence de documents paléontologiques, les sables argileux qui font suite aux calcaires fossilifères de l'Adar-Doutchi vers l'Ouest et le Sud-Ouest jusqu'au delà du Niger, dans le

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1912.

2. G. GARDE. Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad et à l'Est et au Nord-Est du Tchad, Paris, Hermann.

3. R. CHUDEAU. Sahara soudanais, Paris, Armand Colin, 1909.

4. G. GARDE. *Loc. cit.*

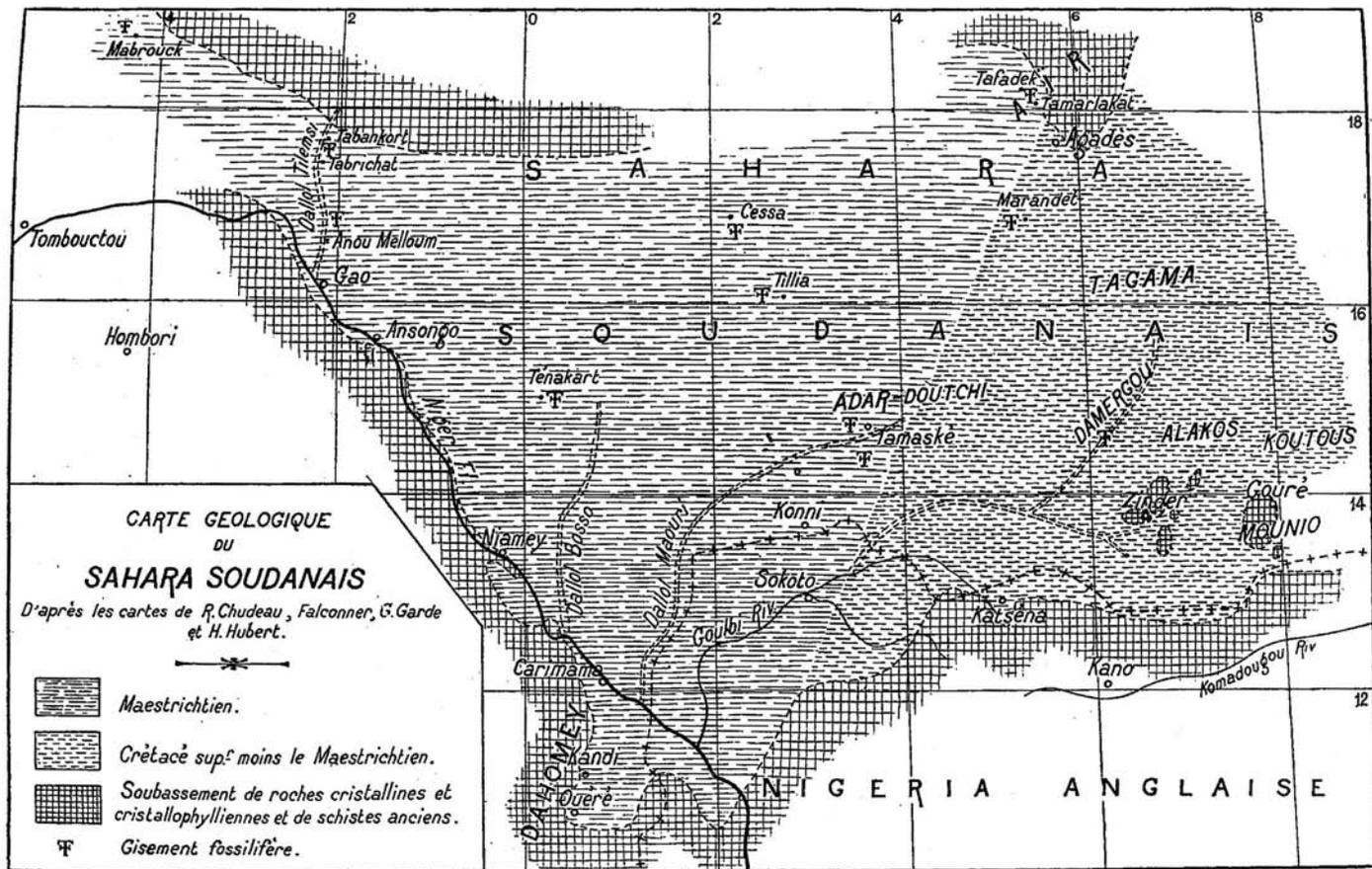


FIG. 1.

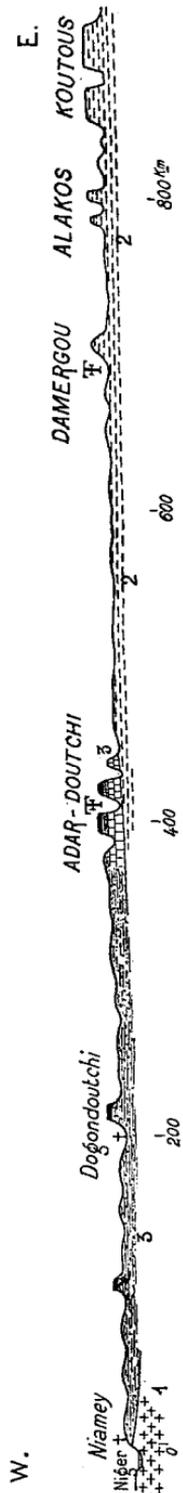


FIG. 2. — COUPE GÉOLOGIQUE EST-OUEST À TRAVERS LE SAHARA SOUDANAIS, PASSANT PAR L'ADAR-DOUTCHI ET LE DAMERGOU.
1, Granite; 2, Crétacé supérieur moins le Maëstrichtien; 3, Maëstrichtien.

Dahomey septentrional, doivent aussi être rapportés au même étage que ces derniers.

La configuration générale du sol qui reste identique depuis l'Adar-Doutchi jusqu'au Niger, — l'allure stratigraphique de ces formations détritiques qui se relient intimement aux calcaires fossilifères de l'Adar-Doutchi, puisque ceux-ci sont intercalés au milieu de celles-là; — la nature de ces formations qui ne varie qu'insensiblement suivant qu'on les examine en des points plus ou moins rapprochés des anciens rivages de la dépression dans laquelle elles se sont accumulées, — voilà autant de faits que, en l'absence de fossiles, l'on peut invoquer en faveur de cette attribution au Maëstrichtien.

Avant moi, M. Chudeau¹ lui-même avait aussi envisagé ces formations sédimentaires de la rive gauche du Niger comme la continuation vers l'Ouest des calcaires de l'Adar-Doutchi.

Par contre, parce que ces dépôts des bords du Niger ne sont pas fossilifères, M. Hubert ne croit pas qu'il soit possible de leur assigner un âge, et il considère comme « toujours provisoire et assez précaire² » celui que je leur ai attribué.

Notre confrère n'a pas dépassé le Niger vers l'Est. Il n'a donc pas pu se rendre compte, comme nous l'avons fait, M. Chudeau et moi-même, des relations stratigraphiques qui existent entre les calcaires fossilifères de l'Adar-Doutchi et les sables argileux qui leur font suite vers l'Ouest³.

1. R. CHUDEAU. Excursion géologique au Sahara et au Soudan. *B. S. G. F.*, (4), t. VII, p. 319, 1907.

2. H. HUBERT. Sur la géologie du Soudan. *B. S. G. F.*, (4), t. XI, p. 28, 1911.

3. De même, dans notre récente discussion au sujet de la constitution de la falaise de Niamey (*CR. somm. Séances Soc. géol. Fr.*, (4), t. XI, p. 11, p. 42, p. 57),

M. Hubert dit (*B. S. G. F.*, (4), t. XI, p. 28) « que le sommet de la falaise est masqué par des éboulis et que les formations sous-jacentes ne sont pas visibles ».

Avant cette discussion, M. Hubert nous avait donné de cette falaise trois descriptions, différentes d'ailleurs l'une de l'autre, sans signaler pareils éboulis.

D'autre part, de ce que différentes opinions ont été émises par plusieurs géologues, M. René de Lamothe, M. Chudeau et moi-même, sur l'âge de ces formations sablo-argileuses de la rive gauche du Niger, M. Hubert conclut à l'impossibilité de fixer l'âge de ces dépôts. « On sait, dit-il ¹, que les opinions sont divergentes au sujet de ces grès, non fossilifères, qui sont maintenant crétacés pour M. Chudeau, maëstrichtiens pour M. Garde, post-crétacés pour M. René de Lamothe ».

Pour être complet, notre confrère aurait dû ajouter qu'il a considéré lui-même ces dépôts comme des « formations continentales évidemment récentes, mais dont il n'est pas actuellement possible de déterminer l'âge ². »

En 1909, quand M. René de Lamothe publia son étude sur le Haut-Sénégal et Niger ³, on savait que des fossiles du Crétacé supérieur avaient été trouvés dans le Dallol Tilemsi, et, à la suite de de Lapparent, on croyait que les calcaires de Tamaské, dans l'Adar-Doutchi, étaient éocènes. Il était tout naturel de la part de notre confrère de considérer comme « peut-être éocènes » ou post-crétacées les argiles sableuses qui surmontent les calcaires fossilifères du dallol Tilemsi et celles qui existent en aval, sur la rive gauche du Niger.

Dans ses différents travaux sur la géologie du Soudan, travaux antérieurs aux miens, M. Chudeau ⁴, suivant l'opinion alors admise, rangea les calcaires de l'Adar-Doutchi dans l'Éocène, et comme les argiles sableuses qui s'étendent entre cette région et le Niger sont, pour lui, du même âge, il les fit aussi éocènes.

Quand j'eus établi que les fossiles de l'Adar-Doutchi étaient du Crétacé supérieur, M. Chudeau ⁵ se rangea à mon avis.

Sur l'âge des formations sablo-argileuses de la rive gauche du Niger, il ne subsiste donc aucune divergence d'opinion entre M. Chudeau et moi qui sommes, pour le moment, les deux seuls géologues à les avoir étudiées sur place.

Pour terminer, disons que dans une notice toute récente sur la géologie de l'Afrique occidentale, M. Hubert ⁶ accepte enfin l'attribution au Maëstrichtien des formations sédimentaires de la rive gauche du Niger.

1. H. HUBERT. Sur la constitution géologique de la plaine située à l'Est de la falaise de Bandiagara. *B. S. G. F.*, (4), t. XI, p. 82, 1911, note infra-paginale.

2. HUBERT. Contribution à l'étude de la géographie physique du Dahomey, p. 379.

3. R. DE LAMOTHE. Contribution à l'étude géologique des territoires du Haut-Sénégal et Niger. *B. S. G. F.*, (4), t. IX, p. 526. 1909.

4. R. CHUDEAU. Sahara soudanais, Paris, Arm. Colin, 1909.

5. R. CHUDEAU. Note sur la géologie du Soudan. *B. S. G. F.*, (4), t. X, p. 317, 1910.

6. H. HUBERT. État actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale, Paris, Larose, 1911.

MATHIEU MIEG

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **G. F. Dollfus** ¹.

La mort de notre excellent confrère Mathieu Mieg-Kroh, survenue le 1^{er} janvier 1911, nous a tous bien péniblement surpris; nous l'avions toujours vu si alerte, si régulier, si peu atteint par l'âge, que nous ne pouvions imaginer qu'une pneumonie double, consécutive à une grippe, nous l'enlèverait en quelques jours.

Mathieu Mieg était né à Mulhouse le 14 novembre 1849, d'une vieille famille de cette bourgeoisie industrielle, si laborieuse, qui a été l'honneur de l'Alsace. Il s'occupa d'abord d'affaires, et nous l'avons connu dirigeant une fabrique de draps et de tapis jusqu'en 1876; à cette date, pourvu d'une fortune suffisante, il abandonna son usine qu'il aurait fallu alors entièrement transformer, pour se consacrer spécialement aux Sciences et à l'administration de sa ville natale. Membre déjà de la Société industrielle, il devint président de la commission du Musée historique et artistique, conservateur du Musée d'Histoire naturelle et membre du conseil d'administration de beaucoup d'entreprises locales. Tous ceux qui s'intéressaient à l'Alsace trouvaient en lui un collaborateur dévoué et érudit; historien, préhistorien, archéologue, éducateur, philanthrope; il écrivait avec la même facilité en allemand et en français et toutes les recherches lui étaient faciles. Cependant, parmi toutes ces branches d'activité, la géologie conservait une place de prédilection et, depuis 1879, il a publié une cinquantaine de notes locales, toutes très courtes, mais toutes renfermant des observations nouvelles sur l'Alsace et les régions environnantes.

M. Mieg était l'élève de deux géologues qui ont laissé une trace importante dans notre science: de Koechlin-Schlumberger auquel nous devons une description géologique complète du département du Haut-Rhin, des études spéciales sur le terrain de transition des Vosges, qui aussi fut un de nos membres les plus clairvoyants pendant plus de trente ans, et de son ami le professeur J. Delbos dont la thèse sur le bassin de l'Adour est resté un document du plus haut intérêt; spécialiste pour les terrains tertiaires, c'est lui qui a tout spécialement dirigé Mieg dans ses études.

1. Notice lue à la séance générale annuelle du 22 avril 1912.

Les années 1875 à 1885 furent des années d'excursion et de préparation. Nous révisions alors avec J. Ortlieb, Bleicher, Fliche, le D^r Faudel, la publication d'un manuel géologique de l'Alsace et nous amassions les documents. Toute cette pléiade a disparu, hélas ! et je ne puis qu'en rappeler ici le souvenir ; très malheureusement, J. Ortlieb, le lien commun, le plus actif, fut le premier parti. Cependant Mieg nous donnait avec Bleicher des notes importantes. Nous soupçonnions depuis longtemps l'existence du Carbonifère marin en Alsace, sans en connaître le gisement. Il existait dans la collection minéralogique de M. Koechlin, à Willers, près Thann, un bel échantillon de *Productus* trouvé dans la rivière ; mais comme l'idée de « calcaire » paraissait si étroitement unie à celle de l'étage carbonifère marin, on n'arrivait à rien trouver ; en effet, comme me l'écrivait Koechlin, il semblait qu'il ne pouvait rien y avoir dans les environs, car il n'y a pas un atome de chaux dans les eaux du bassin de la Thurr ; cependant, MM. Keller, ingénieur à Belfort, Winckel et Meine, industriels à Burbachle-Haut, avaient trouvé d'autres fossiles et enfin la faune du Carbonifère supérieur marin fut rencontrée non dans un calcaire, mais dans une grauwacke avec nombreux *Productus Cora* bien en place, sous la grauwacke à Végétaux. Plusieurs gisements furent découverts près de Massevaux (1882), dans la vallée de la Bruche (1883), à Thann-Willers (1893) ; l'horizon marin de l'étage de Visé, avec toute sa faune, prenait dans l'Alsace méridionale une importance toute particulière.

En suivant l'ordre stratigraphique, je rappellerai les notes de Mieg sur le Houiller de Ronchamp, en 1879 et en 1901 ; la trouvaille des couches à *Posidonomya Bronni* à Rixheim, à Minversheim en 1885-1886, et plus tard dans le grand duché de Bade en 1905. Une étude spéciale sur la localité d'Istein, sur la rive droite du Rhin, au Nord de Bâle, avec série jurassique à faciès coralligène (1895) la découverte de l'Oxfordien, l'étude des mêmes assises jurassiques dans le massif de Ferrette au Sud de Mulhouse (1896).

J'arrive aux recherches très suivies sur le Tertiaire de la Haute Alsace, et les régions contiguës, qui eurent pour début un examen de forages profonds aux environs de Mulhouse, à Dornach, Pfastatt, Niedermorswiller qui firent connaître l'existence d'un système tertiaire marneux extrêmement puissant, occupant tout le tréfond de la plaine de l'Alsace avec lits de gypse et de sel (1877, 1880, 1893) ; mais ces sels ne furent pas alors analysés, et si les couches potassiques, découvertes depuis, y furent rencontrées, elles demeurèrent alors méconnues (1908).

Ce système d'épaisseur inconnue, presque sans fossiles, peut être cependant rapporté à l'Oligocène inférieur; sa base n'a jamais été atteinte. Sur la limite sud, à l'approche du relèvement des couches jurassiques, dans le Sundgau, et dès les environs immédiats de Mulhouse, d'autres formations tertiaires variées se rencontrent en pointements isolés dont le raccord n'est pas facile; ce sont les marnes gypseuses de Zimmersheim (1889) qui sont peut-être l'horizon terminal de l'Oligocène profond, puis des grès à feuilles de *Cinnamomum*, typiques à Habsheim, avec le *Paralates Bleicheri* SAUVAGE; des marnes à *Cyrena semistriata* et *Mytilus socialis* visibles à Zillisheim (1890). Il produisit aussi une étude très développée sur le calcaire à *Melania Lauræ* et *Paleotherium* de Brunnstadt (1892) dont la position relativement aux autres assises restait quelque peu énigmatique.

Ce fut l'étude de la région de Kleinkembs près Istein, sur la rive droite du Rhin, qui donna la solution du problème, le calcaire à Mélanies y fut découvert entre des marnes à *Cyrena convexa* et *Mytilus socialis* qui le recouvrent, et des grès à feuilles et à gypses de Bambach, situés sur le prolongement de ceux du Zimmersheim (1892) gisant au-dessous. La lumière se faisait lentement et peu après les couches de marnes schistoïdes à *Meletta crenata* de Bouxviller et de Froidefontaine étaient retrouvées en position stratigraphique dans le grand duché de Bade à Rhein-viller et Huttingen (1894 et 1906).

La position du calcaire de Brunnstadt, qui apparaît si brusquement et si puissant sur la rive droite de l'Ill entre Alkirck et Mulhouse et dont les forages dans la plaine n'ont découvert aucune trace, n'a pas paru cependant démontrée à M. Rollier, et tout récemment (1910) cet auteur s'est demandé si les ossements de *Paleotherium* qu'on y a découverts ne s'y rencontreraient pas roulés et si son âge n'était pas stampien supérieur; M. Stehlin lui a répondu que la faune du calcaire de Brunnstadt était bien en place et qu'il était impossible de contester son parallélisme avec le gypse du bassin de Paris et sa place dans l'Oligocène inférieur (1911) et nous pouvons ajouter même que cette place est vers son sommet.

Nettement plus haut dans la série des horizons, Mieg nous a entretenus d'un curieux dépôt tufacé, en partie lacustre et en partie terrestre, situé à Rappenwiller près de Vieux-Ferrette, avec *Helix Ramondi*, *Cyclostoma antiquum* superposé aux grès argileux du Tongrien (1894), niveau qu'il retrouvait au sommet de la belle coupe de Kleinkembs avec *Helix Zippei* REUSS. et *H. lepida* REUSS., horizon classé par Sandberger dans le Miocène

inférieur et qui doit passer pour moi dans l'Oligocène supérieur, dans l'étage kasselien (1909).

Je ne puis que citer brièvement les travaux de notre ami relatifs à la Préhistoire publiés avec la collaboration plus ou moins permanente de Bleicher et de Fliche, professeurs à Nancy, et du Dr Faudel, de Colmar ; ils sont marqués par la précision du détail qui n'interdit pas les vues d'ensemble :

- 1881. Squelettes humains découverts dans le Lehm de Bolwiller.
- 1882. Découverte d'un marteau perforé en pierre dans le Diluvium de Rixheim.
- 1884. Cimetière franc à Rixheim.
- 1885. Sépulture gallo-romaine à Minverheim.
- 1888. Sépulture ancienne à Tagolsheim.
- 1894. Tuf calcaire de Kiffis dans le Sundgau.
- 1903. Faune quaternaire d'Istein.
- 1904. Station préhistorique de Kleinkembs.
- 1906. Station préhistorique de Sirentz.
- 1908. Station préhistorique de Kandern (Bade).
- 1910. Age et industrie des grottes d'Istein.

Une de nos dernières excursions fut aux environs de Massevaux (Masmunster) pour y examiner les amas de débris glaciaires accumulés au débouché de la plaine de la vallée de la Doller ; notre attention s'était portée sur l'action de la dénudation récente s'exerçant sur les terrains glaciaires, dénudation qui entraîne les débris menus et qui accumule par un déchaussement local les gros blocs, originairement dispersés, en un amas transversal, contrastant avec la distribution longitudinale ancienne. Nous avons relevé pas à pas la grande faille bordière de la montagne devant laquelle les flots jurassiques viennent buter à contre-pente (Sentheim), et enfin les affleurements en bande étroite des marnes tongriennes à Foraminifères, qui apparaissent un instant entre les amas glaciaires de la région montagneuse et l'immense dépôt graveleux de la plaine rhénane.

En 1909, Mieg avait relevé dans une sablière récemment ouverte à Hammerstein, près Kandern (Bade), une coupe très curieuse qui lui avait fourni dans une couche marneuse des fossiles marins et dans des sables quartzeux des ossements de Mammifères, ossements qui furent déterminés par M. Stehlin comme appartenant au *Mastodon angustidens*, *Hyotherium Stemmerringi*, *Palæomeryx Kaupi*, *Dicrocerus elegans*, *Pseudocyon saniensis*. La marne fut supposée helvétique aussi et les fossiles me furent envoyés à la détermination. Je n'eus pas de peine à

établir que la faunule qui m'était soumise, dans un très mauvais état de conservation d'ailleurs, n'appartenait pas au Miocène, mais bien à l'Oligocène moyen, avec *Cerithium plicatum*, *Corbula subarata*, *Cardium scobinula*, *Tellina Nysti*, *Venus*, *Modiolaria*, etc. (ét. stampien). Devant cette constatation qui ne cadrerait pas avec celle des ossements, Mieg fit dégager plus nettement la sablière et il apparut sur la paroi latérale droite que les sables étaient nettement superposés à la marne, qu'ils la ravinèrent et que les ossements étaient descendus dans une poche, entraînés à un niveau localement inférieur; l'anomalie était résolue; la mer helvétique n'avait pas atteint le grand duché de Bade, mais la mer stampienne du Jura du Nord était montée jusqu'à Kandern où ses dépôts avaient été ravinés, comme dans le Jura bernois, par des courants fluviatiles.

Mieg avait toujours eu des relations suivies avec les géologues bâlois, c'est là qu'il trouvait le plus près de chez lui des collections importantes, une bibliothèque générale, des avis autorisés; il s'était lié avec notre confrère M. Stehlin avec lequel il aimait à travailler et il n'est pas surprenant qu'il ait légué sa bibliothèque et les doubles de sa collection à cette Université où il ne comptait que des amis.

Mieg-Kroh était entré à la Société géologique le 29 août 1896 au cours de la Réunion extraordinaire à Chalon-sur-Saône et à Autun à laquelle il avait pris part, présenté par Jutier et Didelot. Il était membre de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, de la section vosgienne du Club alpin français, de la Société des Sciences de Nancy, de la Société d'Histoire naturelle de Bâle, de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, etc. Mais l'un des recueils dans lequel il aimait à écrire est cette petite Feuille des Jeunes Naturalistes, fondée à Mulhouse, en 1870, par Ernest Dollfus, frère aîné d'Adrien Dollfus, directeur actuel, qui était son camarade, et où il se trouvait en quelque sorte comme chez lui. Les jeunes Naturalistes sont devenus bien vieux, mais la feuille dure encore, elle reste animée du même esprit de diffusion bienveillante dans les divers domaines des Sciences naturelles, offrant à tous les plus grandes facilités de publication pour leurs observations journalières.

Vous savez déjà, par une communication de notre président, que notre confrère nous était resté attaché de tout cœur, et que privé d'enfants, n'ayant autour de lui que des parents éloignés, il a tenu à nous laisser un capital important dont le revenu sera mis libéralement à la disposition du Conseil de la Société géologique et qui nous permettra de passer au besoin les moments

difficiles. Ajoutons que ses collections locales ont été laissées à la ville de Mulhouse.

Nous gardons sa mémoire comme celle d'un bon citoyen, utile, d'un confrère dévoué, d'un ami fidèle, d'un travailleur assidu et enfin d'un patriote pensant toujours à la patrie absente, bien qu'il n'en parlât jamais.

LISTE DES TRAVAUX DE MATHIEU MIEG

Communiquée par le D^r **H. G. Stehlin**, à Bâle.

1877. Note sur les derniers puits creusés au nouvel hôpital militaire (juillet et août 1876). *Bull. Soc. Indust. Mulhouse*, t. XLVII, p. 26.
 Note sur la collection d'empreintes des terrains houillers et d'ossements, achetée à Vesoul pour le compte de la Soc. industr. de Mulhouse. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. XLVII, p. 28.
- Note sur la grotte de Cravanche. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. XLVII, p. 367.
 - CH. ZUNDEL et —. Notice sur quelques sondages aux environs de Mulhouse en Alsace. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. XLVII, p. 631.
1879. Notes sur Ronchamp. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. XLIX, p. 380.
 — Rapport sur le congrès géologique international de Paris, sept. 1878. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. XLIX, p. 92.
1880. Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace par MM. les Drs Bleicher et Faudel. *Rapport Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. L, p. 416.
- Notes sur Spa. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. L, p. 127.
 - Notes sur le barrage de la Gileppe. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. L, p. 44.
 - Note sur un puits de l'établissement de MM. Schaeffer, Lalance et C^{ie} à Pfstatt. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. L, p. 40.
1881. Rapport d'une notice sur la découverte de squelettes humains dans le lehm de Bollwiller (Haut-Rhin) par M. J. Delbos. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LI, p. 148.
- Une excursion au Tongrien de Rouffach (Alsace). *Feuille des Jeunes Natur.*, 1881, n° 134.
 - Daniel Meyer, météorologiste mulhousien, 1752-1824. Notice biographique. *Bull. Musée Mulhouse*, 1881, p. 115.
1882. Note sur la découverte d'un marteau en pierre perforé dans le Diluvium rhénan à Rixheim. *Bull. du Musée hist. de Mulhouse*, 1882, p. 37.
- Note sur l'exploitation du bitume en Alsace. *Bull. Soc. Indust. Mulhouse*, 26 X, t. LIII, p. 83.
 - Découverte d'un marteau en pierre perforé dans le Diluvium rhénan à Rixheim. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LII, p. 157.

- Notice nécrologique sur M. Joseph Delbos. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LII, p. 537.
- BLEICHER et —. Note sur le Carbonifère marin de la Haute-Alsace. Découverte de ses relations avec le Culm ou Carbonifère à plantes. *CR. Ac. Sc.*, 26 juin 1882.
- BLEICHER et —. Note sur le Carbonifère marin de la Haute-Alsace et ses relations avec le Culm. *Bull. Soc. géol. Fr.* (3), t. X.
- 1883. BLEICHER et —. Sur le Carbonifère marin de la Haute-Alsace; découverte du Culm dans la vallée de la Bruche. *CR. Ac. Sc.*, 2 janv. 1883.
- 1884. BLEICHER et —. Note sur la paléontologie du terrain carbonifère de la Haute-Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XII, p. 107.
- Notice sur la découverte de sépultures de l'époque gallo-romaine à Minversheim (Basse-Alsace). *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LIV, p. 557.
- Notice sur la découverte d'un cimetière de l'époque franque à Rixheim. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LIV, p. 480.
- 1885. Note sur un gisement de couches à *Posidonomya Bronni* à Minversheim (Basse-Alsace). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XIII, p. 217.
- BLEICHER et —. Note complémentaire sur la Paléontologie et la stratigraphie du terrain carbonifère de la Haute-Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XIII, p. 413.
- Note sur la découverte de sépultures de l'époque gallo-romaine à Minversheim (Basse-Alsace). *Bull. Musée histor. Mulhouse*, 1885, p. 54.
- 1886. Rapport sur : Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace par Faudel et Bleicher. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LVI, p. 363.
- Nos voisins subalpins. Vosges, Forêt-Noire, Kaysersstuhl. Conférence faite à Bâle par le Dr H. Christ. Rapport. *Bull. mens. de la sect. vosg. du Club alpin français*, II, 1886.
- 1887. Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace par MM. les Drs Faudel et Bleicher. Rapport présenté à la Soc. ind. de Mulhouse. *Bull. Musée histor. Mulhouse*, 1886, p. 79.
- Note complémentaire sur les couches à *Posidonomya Bronni* de Minversheim (Basse-Alsace). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XIII, p. 550.
- 1888. Quelques observations au sujet de l'origine des eaux minérales de Spa. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. II, p. 404.
- BLEICHER et —. Note sur les sépultures anciennes de Tagolsheim (Haute-Alsace). *Bull. Musée hist. Mulhouse*, 1888, p. 97.
- Note sur un sondage exécuté à Dornach (près Mulhouse) en 1869. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVI, p. 256.
- Notice bibliographique sur le « guide du géologue en Lorraine par M. le Dr Bleicher ». *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVI, p. 265.
- 1889. Note sur le gypse de Zimmersheim (près Mulhouse). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVII, p. 562.
- Rapport sur : « Les Vosges, le sol et ses habitants par G. Bleicher ». *Bull. Soc. Industr.*, t. 69, p. 32.
- 1890. —, BLEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse (I). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVIII, p. 392.
- 1892. Une excursion à Kleinkembs-Istein. *Feuille Jeunes Natural.*, 1892, n° 266.

- Rapport sur l'ouvrage de M. le D^r Bleicher « Commerce et Industrie des populations primitives de l'Alsace et de la Lorraine ». *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LXII, p. 324.
- —, BLEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (*suite*) (II). Kleinkembs et le lac sundgovien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XX, p. 176.
- —, BLEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude des terrains tertiaires d'Alsace (III). Note complémentaire sur le gisement de Roppentzwiller et le gisement à insectes et à plantes de Kleinkembs. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XX, p. 375.
1893. Note sur le sondage exécuté dans la propriété de M. André Kœchlin au Hasenrain pendant les années 1836 et 1837. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LXIII, p. 173.
- Sur la découverte du carbonifère marin dans la vallée de St-Amarin (Haute-Alsace). *C.R. Ac. Sc.*, 24 avril 1893.
- Excursions dans la région du carbonifère inférieur de la Haute-Alsace. *Feuille Jeunes Natural.*, 1893, n° 274.
1894. Mulhouse et le Sundgau avant l'histoire. Conférence faite à la séance de la Société industrielle, le 28 février 1894. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LXIV, p. 133.
- —, BLEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (IV). Sur l'horizon saumâtre avec Bryozoaires d'Istein. Sur les argiles sableuses marines et les grès à plantes de Hagenbach. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXII, p. 334.
- Un gisement d'argile oxfordienne à Istein. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXII, p. 86.
- FLICHE, BLEICHER et —. Note sur les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXII, p. 471.
- Excursions géologiques en Alsace : Roppentzwiller. *Feuille Jeunes Natur.*, 1894, n° 279-280.
1895. Note sur les calcaires coralligènes d'Istein. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXIII, p. 95.
- Note sur le sondage d'Oberkutzenhausen près Pechelbronn. *Bull. Soc. Industr.*, t. LXV, p. 107.
1896. BLEICHER et —. Sur un gisement callovien découvert aux environs de Minckel (Massif jurassique de Ferrette). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXIV, p. 805.
- Excursions géologiques en Alsace. Grand massif jurassique de Ferrette. *Feuille Jeunes Natur.*, 1896, nos 302, 304.
1897. BLEICHER et —. Notice sur le remplissage des poches et fissures des calcaires jurassiques du massif de Ferrette par des sables quartzeux. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXV, p.
- Compte Rendu de l'excursion du 3 septembre aux houillères de Ronchamp. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XXV, p. 1003.
1899. Excursions géologiques en Alsace : Colline de Sigolsheim. *Feuille Jeunes Natur.*, 1899, n° 341.
1904. Note sur une station de l'Époque paléolithique, découverte à Istein (Grand-Duché de Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. II, p. 17.
- Note sur le fonçage du puits Arthur de Buyer, exécuté par la Société des Houillères de Ronchamp (Haute-Saône). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. I, p. 147.

1902. Biographie de Marie-Gustave Bleicher, professeur à l'École supérieure de Pharmacie à Nancy, membre honoraire de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 1838-1901. *Bull. Soc. Hist. natur. de Colmar*, t. VI, p. 161.
1903. — et H. G. STEHLIN. Sur l'âge et la faune de la station préhistorique d'Istein (Grand-Duché de Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. IV, p. 1.
- Résumé de quelques notes et documents relatifs aux bassins hydrographiques de Mulhouse. *Bull. Soc. industr. Mulhouse*, XII, t. LXXIII, p. 333.
1904. Stations préhistoriques de Kleinkembs (Grand-Duché de Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. V, p. 14.
1905. Excursion à Ober-Eggenen et Kandern. *Feuille Jeunes Natur.*, 1906, n° 414.
1906. Note sur les schistes à Meletta de Rambach (Grand-Duché de Bade). *Feuille Jeunes Natur.*, 1906, n° 429.
- Dessins représentatifs sur os de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. VII, p. 9.
- Dessins représentatifs sur os de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace). Réponse à M. Marcellin Boule. *Bull. des séances de la Soc. des Sciences de Nancy*, série 3, t. VII, p. 215.
- Zwei neue, in der Umgegend von Kleinkembs (Baden) und Sierentz (Ober-Elsass) entdeckte neolithische Stationen. *Arch. f. Anthr.* N. F. Bd. V.
1907. Note sur les schistes à Meletta d'Huttingen près Istein (Grand-Duché de Bade). *Feuille Jeunes Natur.*, 1907, n° 439.
- Sur l'emploi des eaux minérales de Saint-Moritz (Engadine) aux temps préhistoriques. *Bull. Soc. Industr.*, t. LXXVII, p. 465.
- Dessins représentatifs sur os de la station néolithique du canton Hallis aux environs de Kleinkembs (Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sciences de Nancy*, série 3, t. VIII, p. 193.
1908. Station préhistorique de Kandern (Grand-Duché de Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. IX, p. 99.
- J. Vogt et —. Note sur la découverte des sels de potasse en Haute-Alsace. *Bull. Soc. Industr.*, t. LXXVIII, p. 261.
1909. — et H. G. STEHLIN. La mer helvétique dans le bassin du Haut-Rhin. *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, série 3, t. X, p. 133.
1910. Note sur l'âge et industrie paléolithique des grottes d'Istein (Grand-Duché de Bade). *Bull. des séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, 1910.
1911. La carte de Regelmann. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LXXXI, p. 36.
- Note sur les mines de Badenwiller. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. LXXXI, p. 59.

GEORGES FABRE

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR LE GÉNÉRAL **Jourdy** ¹.

La vie scientifique de Georges Fabre, dont j'ai été à plusieurs reprises un témoin affectueux, est un bel exemple de cinquante années de sincère amour de la Nature et d'inébranlable fidélité à la Géologie. De très bonne heure Fabre a pris le marteau sous la direction d'Hébert et de Deshayes dont il aimait à suivre les leçons et à étudier les collections. Il me fit l'honneur de me présenter à ces deux maîtres dont nous vénérons la mémoire. Je fis sa connaissance au lycée Saint-Louis dont nous étions élèves ainsi que notre ami Bioche : c'était en 1863, précisément l'année de mon entrée à la Société géologique. Mes deux camarades me conduisirent plusieurs fois dans leurs excursions aux environs de Paris.

Argenteuil avait attiré leur attention : ils y avaient découvert, entre la 3^e et la 4^e masse du gypse, une mince couche de marnes à fossiles marins qui avait déjà été signalée à Montmartre, dès 1805, par Desmarest, mais sans qu'on y eût, depuis lors, attaché d'importance. Goubert avait aussi, de son côté, décrit en 1860 d'autres couches de même nature entre la 1^{re} et la 2^e masse. Fabre et Bioche en avaient hardiment conclu (*audaces fortuna juvat*) à un phénomène général, et émis l'opinion que « la série entière du gypse a été déposée dans la mer ». Ils rédigèrent en collaboration une modeste note qui eut les honneurs de la séance du 5 février 1866 à la Société géologique [1]. Ni Fabre ni moi ne pûmes y assister, car nous étions alors élèves à l'École polytechnique, mais notre camarade Bioche présenta cette note qui souleva une importante discussion entre Hébert et Deshayes, partisans l'un de l'origine lacustre (en raison de la présence de restes de Vertébrés), l'autre de l'origine marine du gypse. L'avenir devait donner raison à ce dernier dont la découverte de Bioche et Fabre avait achevé de fixer l'avis. En effet, à la suite des expériences de Dieulafait, Munier-Chalmas a rendu classique

1. Notice lue à la séance générale annuelle du 22 avril 1912. Les chiffres entre crochets [] se rapportent à la liste des publications de G. Fabre, qui figure à la suite de la présente note.

la théorie de la formation du gypse parisien par l'évaporation des eaux de la mer dans des lagunes : cette aire de précipitation devait, suivant l'expression de M. Haug, être entourée d'une auréole périphérique d'eaux douces, voie de l'arrivée des ossements des grands Mammifères. Pour leur début, nos deux jeunes géologues avaient eu la main heureuse, car l'horizon de la *Pholadomya ludensis* dont ils avaient signalé l'importance, a été reconnu tellement constant dans le bassin de Paris, qu'il a donné lieu à la création de l'étage *ludien*.

A notre sortie de l'École polytechnique, Fabre et moi nous nous séparâmes : je suivis à l'École d'application de Metz le sort de ma promotion, lui démissionna pour entrer à l'École forestière de Nancy. Là il fut frappé, dans les couches intermédiaires entre le Lias et l'Oolithe inférieure, par la présence d'un niveau à Fucoïdes auquel il a attaché de plus en plus d'importance, car il l'a suivi depuis la Méditerranée jusqu'en Alsace, puis par la présence aussi de cailloux roulés et de surfaces polies avec Huîtres adhérentes [2]. En bon élève d'Hébert, il en avait conclu à la proximité d'un rivage et par conséquent à une ligne de démarcation nette entre le Toarcien à *Harpoceras Murchisoni* et le Bajocien à *Sonninia Sowerbyi*. L'avenir devait ratifier l'importance du fait, mais sous une forme différente, celle de la création de l'étage *aalénien* qui, par ses Fucoïdes, par ses galets roulés, par ses marnes micacées, par plus d'une lacune dans les dépôts, est le pendant de l'étage *rhétien* caractérisé par des lits de Poissons (bone-beds), par des plantes aussi (Calamites), par des galets roulés parfois, comme par des sables micacés et par quelques lacunes. L'un et l'autre de ces étages sont des passages du Lias aux terrains qui l'encadrent, car les géologues les placent souvent en dehors de lui, tantôt plus haut dans le Bajocien pour l'un, tantôt plus bas dans le Trias pour l'autre. Ce qu'il y a de certain, c'est que tous deux ils indiquent une phase épirogénique d'émersion avec courants violents, une période « géocratique » selon le jargon moderne, pré-curseur d'une lente et longue transgression. On doit, de plus, remarquer qu'ils inaugurent également des changements importants de régime, puisque le Rhétien met fin aux dépôts lagunaires de gypse et de sel, tandis que l'Aalénien préside à l'invasion du fer et de la silice stratifiés, ainsi qu'au règne des colonies coralligènes qui ont traversé toute la période jurassique. La fin du Lias est donc, comme son début, un événement géologique capital, et Fabre avait eu encore cette fois la main très heureuse.

A cette époque, Metz et Nancy étaient voisines, et nos deux Écoles étaient sœurs. Fabre me mena voir ses chères couches à

Fucoïdes. De mon côté, comme je préparais alors la « Monographie du Bathonien de la Moselle » en collaboration avec Terquem, je le conduisis sur un terrain qui a acquis trois ans plus tard une triste célébrité, car nous reconnûmes alors le calcaire marneux à *Clypeus Ploti* sur lequel eurent lieu les grands combats de cavalerie dans l'après-midi du 16 août 1870. Nous visitâmes aussi les marnes de Gravelotte à *Ostrea acuminata* où je fus blessé à cette même bataille par un éclat d'obus.

La sortie de nos deux Ecoles nous sépara davantage, car si amis que nous n'ayons cessé d'être, nous ne devions plus nous revoir qu'à de longs mais heureux intervalles. Lui, en qualité de Garde général des Forêts, partit dans la Lozère où il s'employa ardemment à l'étude de la Géologie de ce pays encore bien peu connu sous ce rapport, pendant que, débutant dans la carrière militaire, je vins à Paris où je contractai de plus étroites relations avec Hébert et Deshayes. La Géologie comptait un autre maître tout puissant alors, dont je me séparais déjà, mais dont Fabre restait l'admirateur, Elie de Beaumont, dont il appréciait fort la théorie du réseau pentagonal. A l'École polytechnique, nous avons été vivement frappés de l'usage heureux qu'Ampère avait fait des polyèdres pour expliquer la structure moléculaire des corps (c'est ce qu'on a appelé la loi d'Avogadro-Ampère, qui est fondamentale en chimie). Alors qu'Ampère multipliait fictivement cette sorte d'« êtres de raison » représentatifs de ce qu'il appelait les « particules des corps », en partant du tétraèdre pour arriver aux 80 faces de l'epta-octaèdre, Élie de Beaumont se bornait, il est vrai, au dodécaèdre pentagonal, mais avec cette idée chimérique de prêter la réalité à ce solide et d'enserrer le globe terrestre dans le réseau illusoire de ses systèmes de montagnes géométriquement orientés. J'ai montré et démontré dès 1870, la fausseté de cette conception en géologie, comme plus tard celle du fameux tétraèdre cher à Albert de Lapparent et fâcheux pour la gloire de Marcel Bertrand; je suis arrivé ainsi à la formule de « la loi de position » qui est devenue une des idées-mères de la Tectonique moderne. Fabre, au contraire, tenait fermement, et malgré mes efforts, au réseau pentagonal; il en tenta même une application malheureuse dans la Lozère [4, 5, 6 et 11] en présentant une nouvelle méthode pour composer les effets de deux soulèvements successifs : il menaçait ainsi les géologues de formules logarithmiques pour renforcer ses considérations ultra-géométriques. Je parvins à l'arrêter à temps. Il eût été mieux inspiré de se ranger résolument à mon avis, car c'est en invoquant « la loi de

position », que M. Nicklès, à la Réunion extraordinaire de la Société dans les Causses et les Cévennes en 1907, donne la clef de la tectonique de la fameuse faille de la Serranne qui avait arrêté net mon ami Fabre. De même, le tracé des failles qu'il a indiquées sur les Cartes géologiques d'Alais et de Séverac ne peut s'expliquer que par la présence souterraine de la forme du substratum hercynien, extrémité méridionale du Massif Central qui, ainsi que je l'ai indiqué, est taillée en pointe vers le Sud, comme la Meseta espagnole et comme la plupart des grandes presqu'îles du globe terrestre.

Cette question est la seule qui nous ait trouvés en désaccord. Tout au contraire, il tint comme moi également et après notre camarade Henri Douvillé, à rattacher à une origine hydrothermale certains sables granitiques dont il découvrit un gisement aux environs de Paris [9, 15, 16] ainsi que la bauxite qu'il observa dans les failles et fractures des Causses. Il y voyait aussi une analogie frappante avec le fer sidérolithique du Berry et du Jura. C'est là un point qui divise encore les géologues, bien que j'aie tenté en 1906, à Rouen, d'établir l'accord, mais les deux partis opposés sont restés sur leurs positions. L'avenir prononcera sans doute.

Je perdais de plus en plus de vue Fabre qui ne pouvait se décider à quitter ses chères montagnes de la Lozère, ni plus tard Nîmes où il s'établit à demeure. Il refusa de venir à Paris où on lui offrait une chaire de Botanique au Conservatoire des Arts et Métiers, mais nous ne cessâmes de rester en affectueuses relations et je suivais attentivement ses travaux dont il me faisait part très régulièrement. Il toucha à la plupart des questions qui ont préoccupé les géologues de ce temps : il a été glaciériste, vulcaniste, tectonicien, stratigraphe, cartographe. C'est ainsi qu'il signala l'extension, à la faible altitude de 1400 m., d'un énorme glacier quaternaire dans les montagnes de l'Aubrac [7, 30]. Il ne pouvait manquer d'être vivement impressionné par l'admirable panorama des volcans du Massif Central, il a particulièrement étudié ceux du Haut Vivarais et de l'Ardèche. Il a soutenu (et M. Boule partage encore cette opinion) que « les cirques grandioses qui entourent le Puy Mary, ainsi que les cratères-lacs de Beauregard, sont dus, comme le lac Pavin, à des effondrements et non à des explosions » et il en donne comme preuve l'absence de débris pulvérisés sur leurs bords [25]. Il a, par contre, signalé à cette occasion les beaux cratères des pics du Pal et de Bauzon, et payé, en des lignes éloquentes, un légitime tribut d'admiration à ses belles montagnes. Il a décrit d'une façon saisissante le vol-

can d'Eglazines [39] placé en travers de l'axe du cañon du Tarn où l'érosion a pratiqué la coupe la plus intéressante. Il a enfin donné son mot, comme beaucoup d'entre nous, sur la théorie des charriages tectoniques, en décrivant une écaille triasique superposée en forte discordance au Lias autochtone [22 *bis*].

Réalisant le vif désir de sa prime jeunesse, il étudia à fond la stratigraphie de la Lozère ; son Permien [16, 28] son Trias [22 *bis*, 34, 38], toutes les couches du terrain jurassique [7, 16, 27, 29, 37, 40], y compris les schistes à Posidonies [12] et, bien entendu, les marnes à Fucoides. Il était dès lors en état d'en exposer la synthèse quand eut lieu, en 1893, la Réunion extraordinaire de la Société géologique dans le Velay et la Lozère. Il en fut, avec M. Boule, un des organisateurs, et il produisit la mesure de son savoir, fruit de longues recherches poursuivies avec une intelligente ténacité dans ce pays de parcours difficile. Il y dirigea en personne les dernières excursions au causse de Mirandol, à la plaine de Montbel et à Larméjols. Le résultat de ses patientes études [29] peut se résumer ainsi qu'il suit ;

« Abrasion générale de la contrée à la fin du Permien. — Submersion partielle de la région de Borne pendant le Trias. — Transgression rhétienne avec formation du golfe des Causses. — Formation de l'axe N.E.-S.W. de l'anticlinal des Cévennes à l'époque du Sinémurien. — Approfondissement du géosynclinal des Causses lors de la période liasique. — Affaissement de l'anticlinal et transgression bajocienne, son émergence bathonienne. — Émersion définitive de toute la région à la fin du Jurassique. — Exaltation du relief de l'anticlinal des Cévennes à l'époque des grands mouvements alpins. »

Fabre ne pouvait conduire les excursions de notre Société dans ce pays qu'il avait parcouru en tous sens, sans exhiler son enthousiasme à l'égard de cette région splendidement pittoresque. Il y évoqua d'une façon saisissante [17, 28, 29], la lutte brutale de l'érosion contre la résistance opiniâtre des granites, tableau frappant dit-il, dans sa magique simplicité :

« Tout parle dans la Nature.

Il n'est rien qui n'ait son langage. »

Si le bon fabuliste qu'il aime à citer comprenait à merveille le langage des bêtes, Fabre, plus sincèrement encore épris de la Nature, entendait aussi sa voix, écho plaintif de l'habitant de ce paysage âpre et désert, dont l'érosion avait fait une contrée maudite, et il s'était juré de lui rendre sa verte parure. Il tint parole,

car, pendant plus de trente ans, il consacra le meilleur de son activité et de son intelligence à des travaux de reboisement qui étalèrent sur ces rocs désolés un tapis d'humus, heureux présage de fécondité. La construction d'un observatoire à la montagne de l'Aigoual [23, 24, 26, 30, 32] fut le triomphe de sa carrière de forestier. Sur ce sol ingrat, d'où toute terre avait disparu depuis des siècles, il a planté des Pins, des Épicéas, des Mélèzes, qui ont fixé les cailloutis, ramené la vie ; le Chêne et le Hêtre apparaissent déjà spontanément et ce massif, jadis affreusement dénudé, deviendra bientôt une forêt de 12000 hectares. La Société géologique, lors de sa Réunion extraordinaire de 1907, constata avec enthousiasme la merveilleuse transformation de ce paysage grandiose et en reporta le mérite sur Fabre, dont la santé, déjà ébranlée, ne lui permit malheureusement pas d'assister au succès éclatant de sa sagacité de forestier et de sa science de géologue.

Sa connaissance approfondie de la région des Causses lui avait permis de collaborer utilement à la Carte géologique à 1/80 000 dont il donna 4 feuilles : celles d'*Alais* en collaboration avec M. Cayeux (de 1876 à 1898), de *Mende* en collaboration avec M. Boule (1878), de *Saint-Affrique* en collaboration avec MM. Bergeron et Nicklès (1894-1904) et de *Séverac*, en collaboration avec M. É. Fournier (1890 à 1907) [14, 33, 36].

Ce fut donc une vie bien remplie que celle de Georges Fabre, passionnée pour l'étude de la Nature, féconde pour la Géologie, éminemment utile aussi pour l'œuvre nationale du reboisement. Mais là ne se bornait pas une activité inlassable qu'en vrai polytechnicien, il adaptait aux travaux les plus divers : il a fait ses preuves comme architecte, dans la construction de son observatoire de l'Aigoual et dans l'installation à Nîmes de paratonnerres du système Mersens, aussi comme expert fréquemment convoqué pour des travaux de construction ou de mines, également comme prospecteur dans une recherche de pétrole à Relizane qui a donné lieu de sa part à une explication de la structure du Trias dans cette région de l'Algérie [34]. L'esprit constamment en éveil, le corps toujours en mouvement, il avait paru infatigable pendant près d'un demi-siècle, mais sa constitution pourtant robuste était sourdement minée par un mal qui, dans ces dernières années, lui interdisait, à son profond chagrin, les longues courses sur le terrain.

Sentant sa fin prochaine, il avait projeté de léguer sa bibliothèque à la Société géologique, mais dans des conditions qui se sont trouvées incompatibles avec notre règlement. Il l'a laissée dans sa famille ainsi que ses collections, dans la pensée qu'elles

inspireront un de ses descendants qui offre avec lui une ressemblance tellement frappante qu'on doit en espérer un successeur. Souhaitons que cet heureux présage se réalise et que quelque jour, les membres de la Société aient à ouvrir leurs rangs à un nouvel adepte digne de continuer le nom et la tradition de cet amour de la géologie qui fut un des traits dominants de la vie de Georges Fabre.

LISTE DES PUBLICATIONS GÉOLOGIQUES DE GEORGES FABRE

- [1]. 1866. Note sur les couches à coquilles marines situées entre la troisième et la quatrième masse de gypse à Argenteuil (en collaboration avec M. Bioche). *B. S. G. F.*, (2), XXIII, pp. 321-327.
- [2]. 1868. Note sur la base de l'Oolithe inférieure dans les environs de Nancy. *B. S. G. F.*, (2), XXVI, pp. 353-359.
- [3]. 1869. Coupe d'une poche diluvienne. *B. S. G. F.*, (2), XXVII, pp. 616-619.
- [4]. 1870. Note sur les failles et fentes à Bauxite dans les environs de Mende. *B. S. G. F.*, (2), XXVII, pp. 516-518.
- [5]. 1872. Méthode pour comparer les effets de deux soulèvements successifs. *B. S. G. F.*, (3), I, pp. 24-27.
- [6]. 1873. Sur l'âge du soulèvement du Mont Lozère. *CR. Ac. Sc.*, LXXVI, pp. 890-893.
- [7]. 1873. Ancienne existence d'un grand glacier dans les montagnes d'Aubrac. *CR. Ac. Sc.*, LXXVII, pp. 495-497.
- [8]. 1873. Sur les preuves de la submersion du Mont Lozère à l'époque jurassique. *B. S. G. F.*, (3), I, pp. 306-326.
- [9]. 1873. Sur les sables granitiques éruptifs dans les environs de Paris. *B. S. G. F.*, (3), I, p. 389.
- [10]. 1873. Procès-verbaux de la Réunion extraordinaire à Roanne (Loire). *B. S. G. F.*, (3), I, pp. 443 et p. 480.
- [11]. 1874. Addition à une Note précédente sur les soulèvements. *B. S. G. F.*, (3), II, pp. 197-198.
- [12]. 1874. Sur les schistes à Posidonies de la Lozère. *B. S. G. F.*, (3), II, pp. 198-199.
- [13]. 1875. Observations sur le terrain jurassique de l'Ouest du département de l'Hérault. *B. S. G. F.*, (3), III, p. 397.
- [14]. 1875. Note sur la Carte géologique, minéralogique et agronomique du canton de Mende. *B. S. G. F.*, (3), III, pp. 431-434.
- [15]. 1875. Sur le terrain sidérolithique dans le département de la Lozère. *B. S. G. F.*, (3), III, pp. 583-591.
- [16]. 1876. Matériaux pour servir à la description géologique du département de la Lozère : 1^{re} note. Failles et filons de Bauxite dans les environs de Mende. — 2^e note. Extension du terrain jurassique, sur les Hauts-plateaux. — 3^e note. Observations sur le terrain permien supérieur de la Lozère et de l'Aveyron. — 4^e note. Sur les preuves de la submersion du Mont-Lozère à l'époque jurassique. — 5^e note. Étude sur les schistes à Posidonies dans le bassin du Lot. — 6^e note. Observations faites sur le territoire de la commune de Saint-Charles du Tarn. — 7^e note. Sur l'antiquité de l'in-

- industrie du fer dans la région des Causses. *Bull. Soc. Agriculture de Mende*.
- [17]. 1877. Sur l'origine géologique des gorges du Tarn. *Société d'histoire naturelle de Toulouse*.
- [18]. 1877. Age et constitution des régions schisteuses du Gévaudan et des Cévennes. *B. S. G. F.*, (3), V, pp. 399-409.
- [19]. 1879. Excursion géologique et botanique au Mont Lozère. *Bull. Soc. d'études Sciences naturelles de Nîmes*.
- [20]. 1879. Notice sur la carte géologique du Gévaudan au 1/40 000. *Ministère des travaux publics*.
- [21]. 1880. L'œuvre du reboisement et les Sciences naturelles. *Société des Sciences naturelles d'Alais* (discours publié par les Tablettes d'Alais, numéro du 20 mars).
- [22]. 1880. Notice géologique sur les terrains traversés par les lignes de chemin de fer du Vigan à Tournenime. *Ministère des travaux publics*.
- [22 bis]. 1882. Superposition anormale du Trias sur le Lias dans les Cévennes. *B. S. G. F.*, (3), XI, pp. 93-94.
- [23]. 1884. L'observatoire de l'Aigoual. *Association scientifique de France*.
- [24]. 1884. Le mois d'avril sur la montagne de l'Aigoual. *CR. Ac. Sc.*
- [25]. 1887. Origine des cirques volcaniques. Description du groupe des volcans de Bauzon (Ardèche). *B. S. G. F.*, (3), XV, pp. 346-355.
- [26]. 1889. L'observatoire de l'Aigoual. *Bull. Soc. d'études des Sc. naturelles de Nîmes*.
- [27]. 1889. Coupe de la montagne de la Tessonne. *B. S. G. F.*, (3), XVII, pp. 331-345.
- [28]. 1889. Permien dans l'Aveyron, Lozère, Gard et Ardèche. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, pp. 18-27.
- [29]. 1893. Excursion de la Société géologique de France aux cañons de Mirande, à Larméjols. Stratigraphie des petits cañons entre Gévaudan et Vivarais. *B. S. G. F.*, (3), XXI, pp. 495-496, pp. 620-680.
- [30]. 1895. Panorama géologique du sommet de l'Aigoual. *Bulletin Soc. Industrie minérale*.
- [31]. 1896. Glaciers pliocènes dans les montagnes d'Aubrac. *CR. Ac. Sc.*, CXXII, pp. 95-97.
- [32]. 1896. L'observatoire du Mont Aigoual. *CR. Ac. Sc.*, CXXII, pp. 553-556.
- [33]. 1897. Feuille d'Alais, région des schistes cristallins. — Feuille de Séverac, causse de Méjan et cañon du Tarn. — Feuille de Saint-Affrique. — Feuille de Mende, massif des montagnes d'Aubrac. *Bulletin des Services de la Carte géologique de France*.
- [34]. 1899. Sur un dôme triasique dans les environs de Relizane. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, pp. 323-324.
- [35]. 1900. Notice-itinéraire pour la région des Cévennes. *Congrès géologique international* (Livret-guide).
- [36]. 1901. Feuille d'Alais. *Carte géologique détaillée de la France au 1/80 000*.
- [37]. 1903. Observation sur la date d'apparition des premières Bélemnites. *B. S. G. F.*, (4), III, pp. 249-250.
- [38]. 1909. Extension du terrain houiller sous les morts-terrains dans le bassin d'Alais (Gard). *CR. Ac. Sc.*, CXLVIII, pp. 737-739.
- [39]. 1909. Le volcan d'Eglazines (Aveyron). *CR. Ac. Sc.* CXLVIII, pp. 584-586.
- [40]. 1911. Chailles jurassiques des environs de Langogne (Lozère), en collaboration avec M. Ressouche. *B. S. G. F.*, (4), XI, pp. 1-3.

ARISTIDE TOUCAS

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR L. Pervinquière ¹.

Il serait injuste de penser que les progrès de la Science soient dus uniquement aux spécialistes qui peuvent se vouer entièrement à sa culture. A côté de ces privilégiés se trouvent beaucoup de bons esprits sur lesquels elle exerce une véritable fascination ; seulement les circonstances extérieures ne leur ont pas permis de lui consacrer toute leur activité ; ils lui réservent le meilleur d'eux-mêmes et n'ont pas de plus grande joie que de contribuer à son avancement. Ainsi, en géologie, bien des découvertes marquantes ont été faites par ces chercheurs infatigables dont Aristide

Toucas nous offre un type remarquable.

Joseph-Aristide Toucas naquit au Beausset (Var), le 14 avril 1843. Son père, le D^r R. Toucas, était passionné pour l'Histoire naturelle. Grand collectionneur d'oiseaux et de plantes², il s'adonna ensuite particulièrement à la géologie et forma une importante collection de fossiles dans laquelle Alcide d'Orbigny a largement puisé. En reconnaissance, ce savant a dédié nombre de fossiles de la Paléontologie française à son dévoué correspondant. Ce dernier ne se bornait pas à ramasser des fossiles ; il connaissait fort bien la géologie du pays qu'il habitait, comme le prouve sa *Description géologique et paléontologique du canton du Beausset (Var) et de ses environs*, publiée dans notre *Bulletin*³, avec une carte géologique à 1/400 000. Dans cette note, il fixe les principaux traits de la géologie de la région et

1. Notice lue à la séance générale annuelle du 22 avril 1912.

2. Cette partie de sa collection est maintenant au Musée d'Hyères.

3. 2^e série, t. XXVI, 1869, p. 796-825, pl. VI.

rectifie certaines attributions de fossiles faites par d'Orbigny. Les jours de congé, le jeune Aristide devait aller, avec son père, ramasser des fossiles dans les ravins du Beausset, et cela décida, sans doute, de sa vocation scientifique.

Un autre événement eut une influence décisive sur l'orientation de sa vie. Tandis qu'il achevait ses études au collège de Toulon, le retour triomphal des troupes de Crimée et d'Italie frappa vivement son imagination et à 17 ans il était reçu à Saint-Cyr.

Au sortir de l'École, il revient à Draguignan comme sous-lieutenant, mais ce fut pour peu de temps, car bientôt il est envoyé à Saint-Maixent, où il emploie ses loisirs à chercher des fossiles pour enrichir les collections de son père. En 1870, nous le trouvons à Strasbourg, dont il contribue, pour sa part, à assurer la défense ; puis il passe deux ans au camp de Satory. Nommé capitaine en 1873, il est envoyé à Avignon, ce dont il profite pour poursuivre ses études géologiques sur le Midi de la France ; il revient ensuite à Saint-Maixent, en 1881, comme professeur de tir à l'École militaire qu'il quitte en 1884, lorsqu'il est promu chef de bataillon. Son service l'appelle alors successivement à Gap, Romans, Montélimar et Lyon. Nommé lieutenant-colonel en 1893, il reste six ans à Périgueux, puis, en 1899, il va prendre le commandement d'un groupe en Algérie, mais après six mois de séjour à Oran, il rentre en France. Une maladie, contractée au service, l'oblige à prendre sa retraite. Il vient alors se fixer à Paris pour se livrer entièrement à la géologie, à laquelle il consacrait déjà tous ses loisirs.

Pendant qu'il était au camp de Satory, il venait travailler au laboratoire de la Sorbonne, autant que son service le lui permettait. Il fut ainsi un peu l'élève d'Hébert et se lia avec Munier-Chalmas, qui l'accueillit à la Sorbonne lorsque vint l'heure de la retraite. Dans le but de poursuivre des études commencées depuis plusieurs années, Toucas amena à Paris son importante collection, qui est désormais incorporée à la collection générale de la Faculté des Sciences. Cette collection présente une grande valeur scientifique, car elle renferme de nombreux types décrits par Hébert et Munier-Chalmas, Cotteau, H. Douvillé, A. de Grossouvre et Toucas lui-même. Il faut mettre hors pair l'importante série de Rudistes que notre regretté confrère avait groupée et à laquelle il consacra les dernières années de sa vie ; ce fut la matière de ses remarquables travaux sur les Hippurites et les Radiolites.

Cette collection est le fruit de bien des années de recherches, au cours desquelles Toucas rassembla les éléments de nombreuses

notes et de plusieurs mémoires, dont la majeure partie a paru dans les publications de notre société. Toucas était membre de celle-ci depuis 1872 et il lui donna presque tous ses travaux. Le premier en date (1873) est son *Mémoire sur les terrains crétacés des environs du Beausset (Var)*, qui reprend et développe un sujet déjà esquissé par le Dr Toucas. L'auteur s'efforce d'établir, avec toute la précision désirable, la succession et la faune des nombreuses assises que l'on peut reconnaître dans cette région du Beausset, si favorable à l'étude du Crétacé. Il y distingue 26 assises dont quelques-unes peuvent même être subdivisées. C'est là un travail précieux au point de vue stratigraphique, bien que la limite du Turonien et du Sénonien ait besoin d'être fortement abaissée. Toucas avait bien reconnu l'analogie entre son Turonien moyen et la Craie de Villedieu, mais il s'est manifestement laissé influencer par les idées d'Hébert sur la répartition des Hippurites ; il a été amené ainsi à des attributions incorrectes qu'il a corrigées par la suite dans ses travaux sur les Rudistes.

C'est en collaboration avec Hébert qu'il publia la *Description du bassin d'Uchaux* dont il donna des coupes très détaillées. Quelques divergences subsistant entre les collaborateurs, ceux-ci se séparèrent. Toucas porta alors son attention sur le Crétacé des Corbières, où il trouva la matière de plusieurs notes, qui n'ont pas seulement une importance locale ; l'une d'elles apporte des conclusions qu'il y a lieu de retenir, en grande partie, quant à la classification du Turonien et du Sénonien. Ces conclusions sont reprises et développées dans une autre note : *Synchronisme des étages turonien, sénonien et danien dans le Nord et le Midi de l'Europe*, note qui a fait faire un réel progrès à la stratigraphie.

Bien que le Crétacé fût le sujet ordinaire des études d'Aristide Toucas, il a consacré également au Jurassique plusieurs notes de grande valeur. Tout d'abord, il met à profit son séjour à Saint-Maixent pour relever la succession des couches du Jurassique des Deux-Sèvres et du Nord de la Charente-Inférieure, où certains niveaux se font remarquer par la beauté et l'abondance des fossiles. Pendant qu'il est à Montélimar et à Lyon, il explore la vallée du Rhône et relève avec grand soin la coupe de la Montagne de Crussol, ainsi que des environs de la Voulte et du Pouzin, et il apporte des indications utiles qui avaient échappé à ses prédécesseurs, entre autres à Dumortier, Fontannes et Oppel. Il décrit avec le même soin la constitution du Crétacé inférieur et moyen, et c'est même à cette occasion qu'il crée le nom de *Bédoulien* pour la partie inférieure de l'Aptien. Dans plusieurs petites notes,

il complète les indications qu'il a données précédemment et propose incidemment d'appeler *Ardescien* la zone moyenne du Tithonique.

Pour répondre aux objections de plusieurs de nos confrères, Toucas entreprend une *Étude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche*. Dans ce travail, il traite brièvement le point de vue historique et résume la question stratigraphique avant de passer la faune en revue. Il décrit et figure à nouveau un certain nombre d'espèces déjà nommées par Oppel, Pictet, Zittel, Kilian, etc.; il nous en fait connaître plusieurs autres. Il peut alors discuter les relations de cette faune avec les faunes tithoniques de diverses autres régions. C'est un travail auquel doit se reporter quiconque veut étudier le Jurassique supérieur. Si Toucas n'a pas réussi à faire triompher ses idées sur tous les points, il pouvait, à juste titre, se flatter d'avoir contribué à élucider cette question si controversée du Tithonique.

Désormais, il abandonne le Jurassique pour le Crétacé, qui a toujours eu ses faveurs; c'est le terrain sur lequel il est né, sur lequel il a fait ses premières armes. Lors de la Réunion extraordinaire de la Société géologique en Provence (1891), il est tout désigné pour guider ses confrères dans cette région qu'il connaissait si bien; ceux-ci lui témoignèrent leur estime en le choisissant comme vice-président.

C'est à partir de cette époque qu'il commença à s'occuper particulièrement des Rudistes auxquels il consacra désormais ses efforts. Tout d'abord, il cherche à fixer l'âge des Hippurites dont les caractères ont été décrits avec précision par M. Henri Douvillé. Chemin faisant, il trouve cependant quelques particularités à signaler, quelques espèces à séparer. En 1896, il entreprend une *Revision de la Craie à Hippurites*. Il arrive à distinguer neuf niveaux, répartis entre l'Angoumien et le Danien, qui se retrouvent dans plusieurs régions. Contrairement à l'avis de divers géologues, il pense que les Rudistes persistent dans le Danien véritable (Maestrichtien exclus).

Une fois à la retraite, il s'adonne entièrement à l'étude des Rudistes. Pendant plusieurs années, nous l'avons vu travailler assidûment à ses *Études sur la classification et l'évolution des Hippurites* qui forment comme le couronnement de son œuvre. Le mémoire qu'il a consacré à cette question a été longuement mûri et lui a valu une juste notoriété dans le monde scientifique. C'est, en effet, un travail de premier ordre, appelé à rendre les plus grands services à tous ceux qui s'occupent du Crétacé. Déjà, M. Henri Douvillé avait débrouillé le chaos, devant lequel nombre de géologues avaient reculé.

Adoptant les grandes divisions posées par le savant professeur de l'École des Mines, Toucas cherche à en préciser les limites et à suivre l'évolution des divers rameaux à travers les neuf horizons à Hippurites qu'il avait antérieurement distingués. Il a ainsi rendu un service signalé à la science. Sans doute, son esprit, amoureux de la simplicité et des beaux alignements, l'a conduit à faire rentrer dans le rang quelques genres mis à part par divers paléontologistes et qui pouvaient prétendre à cette distinction, mais c'est là un détail. Le fait important, c'est qu'il a rigoureusement défini les espèces et précisé leur niveau stratigraphique. Les Hippurites peuvent donc rendre aux géologues les mêmes services que les Ammonites ; c'est un résultat d'autant plus précieux que ces dernières manquent généralement ou sont très rares dans les couches à Hippurites. En plus, celles-ci fournissent d'utiles indications sur les conditions du milieu où elles se sont développées. Ainsi, Toucas a bien mis en lumière le retrait parallèle des Hippurites et des eaux marines dans les divers bassins crétacés du Midi de la France.

Lorsqu'il eût achevé l'étude des Hippurites, Toucas entreprit une étude analogue sur les Radiolitidés ; ce fut le sujet d'un autre mémoire non moins important que le précédent. Avec la même méthode, il essaya d'isoler les divers genres, les diverses sections, les divers groupes, de chercher leur origine, puis de suivre leur évolution dans le temps. Comme pour les Hippurites, il fut amené à créer de nombreuses espèces pour des formes différentes, confondues sous le même nom, par suite d'un examen insuffisant. Dès lors disparurent les anomalies qui avaient frappé plusieurs géologues ; on ne vit plus certaines espèces reparaître à tous les niveaux du Crétacé supérieur. Chacune d'elles a eu une vie assez courte, en somme, et permet de caractériser une zone ou un ensemble limité de zones. Si l'on ajoute les Radiolitidés aux Hippurites, ce ne sont pas 9 zones, mais 15 zones que l'on peut ainsi distinguer entre le Barrémien supérieur et le Danien.

Après avoir mis la dernière main à son mémoire sur les Radiolitidés, Toucas avait commencé à s'occuper des Rudistes du Néocomien. Malheureusement, la maladie qui l'avait obligé à prendre sa retraite, s'aggrava et le força à interrompre ses travaux. On le voyait moins à la Sorbonne, mais tout le monde espérait que ce repos forcé serait de courte durée. Hélas, il n'en fut rien, la maladie s'aggrava très vite et on dut le transporter au Val de Grâce où il expira le 16 juin 1911.

Ainsi s'éteignit cet homme juste et droit, qui avait doublement servi son pays, par les armes et par l'étude. Il était un de ceux qui ne se contentent pas de faire ponctuellement la besogne imposée ; tous les loisirs que lui laissait le service, il les occupait pour le plus grand bien de la science. Il fit ainsi honneur à notre société autant qu'à l'armée, servant l'une et l'autre sans chercher jamais à en tirer un profit personnel. Il lui suffisait d'avoir fait son devoir !

LISTE DES PUBLICATIONS D'ARISTIDE TOUCAS

1873. Mémoire sur les terrains crétacés des environs du Beausset (Var). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, t. IX, n^o IV, 65 p. in-4^o, 1 carte géologique à 1/80 000.
1874. Note sur la géologie des environs de Toulon. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. II, p. 455-463.
1874. Coupes du bassin d'Uchaux, dans Hébert : Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. II, p. 464-493, pl. XVII.
1875. Description du bassin d'Uchaux, dans Hébert : Matériaux pour servir à la description du terrain crétacé supérieur en France. *Ann. Sc. géol.*, t. VI, 1875, p. 29-69.
1876. Note sur les terrains crétacés du Sud-Est de la France. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. IV, p. 309-318.
1879. Notice sur le terrain crétacé des Corbières. *A. F. A. S., Montpellier*, VIII, p. 574-584.
1879. Du terrain crétacé des Corbières et Comparaison du terrain crétacé supérieur des Corbières avec celui des autres bassins de la France et de l'Allemagne. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. VIII, p. 39-87, 1 tableau.
1879. Réponse aux observations de M. Hébert (à propos du mémoire précédent). *Ibid.*, p. 106-109.
1881. Note sur la craie supérieure des environs de Sougraigne (Aude). *B. S. G. F.*, 3^e série, t. IX, p. 385-388.
1881. Observations à propos du Crétacé du Midi de la France. *Ibid.*, p. 619.
1882. Synchronisme des étages turonien, sénonien et danien dans le Nord et le Midi de l'Europe. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. X, p. 154-217 (2 tableaux).
1883. Réponse aux nouvelles observations de M. Arnaud sur le synchronisme des étages turonien et sénonien dans le Sud-Ouest et le Midi de la France. *B. S. G. F.*, 3^e série, vol. XI, p. 344-349 (tableau).
1885. Les terrains jurassiques du Poitou. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIII, p. 238-339.
1885. Sur les terrains jurassiques des environs de Saint-Maixent, Niort et Saint-Jean-d'Angély. *Ibid.*, p. 420-436.
1886. Note sur les terrains crétacés de la Valdaren aux environs du Beausset. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIV, p. 519-523.
1886. Observations sur la craie supérieure de Dieulefit. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 149-152.

1886. Au sujet d'une note de M. de Lacvivier sur l'étude comparative des terrains crétacés de l'Ariège et de l'Aude. *Ibid.*, p. 152-153.
1886. Lettre à propos des formations saumâtres du Revest. *Ibid.*, p. 242-243.
1888. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 903-927 (tableau).
1889. Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 729-742.
1890. Observations à propos du Tithonique. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII, p. 326-327.
1890. Observations à propos du Tithonique supérieur. *Ibid.*, p. 373-374.
1890. Étude de la Faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *Ibid.*, p. 560-629, pl. XHI-XVIII et un tableau.
1891. Notes sur le Sénonien et en particulier sur l'âge des couches à Hippurites. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, p. LXVIII-LXIX, LXXV-LXXVI, LXXXIX-XC, 506-552.
1891. Note sur la succession des zones du terrain crétacé du Beausset et sur leur comparaison avec celles des Martigues. *Ibid.*, p. 1042-1045.
1891. Compte rendu de l'excursion du 28 septembre, d'Aubagne au Beausset par La Bédoule, La Ciotat et Bandol. *Ibid.*, p. 1047-1050.
1891. Compte rendu de l'excursion du 29 septembre, du Beausset au Castellet et à La Cadière. *Ibid.*, p. 1057-1062.
1891. Observations au sujet du Val d'Aren. *Ibid.*, p. 1088-1090.
1892. Note sur le Berriasien. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XX, p. xxii.
1892. Sur l'âge de l'Hippurites corbaricus. *Ibid.*, p. LXXXIV-LXXXV.
1892. Sur l'âge des niveaux à Hippurites de Leychert et Benaix. *Ibid.*, p. xcvi.
1892. Sur le Sénonien supérieur des Corbières. *Ibid.*, p. cxci-cxcii.
1895. Sur le Crétacé supérieur des Corbières, du Beausset et de l'Ariège. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XXIII, p. Lxi-Lxiv.
1896. Note sur le Turonien et le Sénonien de Camps. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XXIV, p. 172-173.
1896. Revision de la craie à Hippurites. *Ibid.*, p. 602-645 (tableau).
1896. Réponse aux observations de M. de Grossouvre sur la craie supérieure. *Ibid.*, p. 803-804.
1896. Réponse aux observations de M. Carez. *Ibid.*, p. 877.
1898. Sur l'évolution des Hippurites. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XXVI, p. 570-572.
1901. Sur l'évolution des Hippurites. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. I, p. 154-155, 227-228.
1901. Observations à la note de M. Peron sur les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes. *Ibid.*, p. 536.
1902. Note au sujet du mémoire de M. de Grossouvre sur la craie supérieure. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. II, p. 324-323.
1902. Sur l'origine et la classification des Hippurites. *Ibid.*, p. 337-339.
1903. Études sur la classification et l'évolution des Hippurites (1^{re} partie). *Mém. Soc. géol. Fr. Paléontologie*. Mém. n^o 30, t. XI, fasc. 2, p. 1-60, pl. I-VII (vii-xiii).
1903. Observations au sujet de la note de M. H. Douvillé, sur les fossiles silicifiés de Frayssinet-le-Gélat (Lot). *B. S. G. F.*, 4^e série, t. III, p. 98.
1903. Sur un nouveau groupe d'Hippurites, établi dans la section des Vaccinites. *Ibid.*, p. 137-138.
1903. Réponse à M. de Grossouvre au sujet de la position stratigraphique de l'Hippurites Castroi. *Ibid.*, p. 186-187.

1903. Réponse à M. de Grossouvre à propos du Crétacé supérieur de la Haute-Garonne. *Ibid.*, p. 296.
1903. Question à M. Roussel relativement aux couches à Cyrènes de la Haute-Garonne. *Ibid.*, p. 388.
1903. Réponse à M. de Grossouvre au sujet du Crétacé supérieur des Pyrénées. *Ibid.*, p. 392.
1904. Observation sur l'origine de la bauxite. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. IV, p. 171-172.
1904. Observation sur l'âge des couches de Clansayes. *Ibid.*, p. 518.
1904. Observation relative aux couches à Phylloceras Loryi. *Ibid.*, p. 644.
1904. Observations au sujet des critiques formulées par M. Henri Douvillé sur la classification et l'évolution des Hippurites. *Ibid.*, p. 732-738.
1904. Classification et évolution des Hippurites. *Ibid.*, p. 813.
1904. Études sur la classification et l'évolution des Hippurites (2^e partie). *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléontologie*. Mém. n^o 30, t. XII, fasc. 4, p. 61-128 (tableau), pl. VIII-XVII (ix-xviii).
1905. Sur l'âge des dernières couches marines de la Provence et des Corbières. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. V, p. 56-57.
1905. Réponse à des observations de M. de Grossouvre sur le même sujet. *Ibid.*, p. 80.
1905. Sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. *Ibid.*, p. 523-527.
1905. Sur l'âge du gisement de Colle di Medea (Frioul). *Ibid.*, p. 525-526.
1906. Relations des Radiolitidés avec les Agria. *B. S. G. F.*, 4^e série, vol. VI, p. 149-150.
1906. Remarques accompagnant la présentation d'un mémoire sur les Radiolitidés. *Ibid.*, p. 443-444.
1906. Présentation du type du genre Sphærulites Delaméthérie. *Ibid.*, p. 444-445.
1907. Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidés (1^{re} partie). *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléontologie*. Mém. n^o 36, t. XIV, fasc. 4, p. 1-46 (tableau), pl. I-VIII (xi-xviii).
1908. Sur le Tithonique supérieur et le Berriasien. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. VIII, p. 25-27.
1908. Classification et évolution des Radiolitidés (Sauvagesia et Biradiolites). *Ibid.*, p. 79-81.
1908. Remarques sur la nomenclature et l'évolution des Hippurites. *Ibid.*, p. 269-270.
1908. Sur les formes primitives des Hippurites. *Ibid.*, p. 305-307.
1908. Observations sur l'organisation et la classification des Radiolitidés. *Ibid.*, p. 310.
1908. Sur les formes primitives des Hippurites dans les Préalpes vénitiennes. *Ibid.*, p. 452-453.
1908. Sur les Rudistes de la Serbie. *Ibid.*, p. 453.
1908. Sur la classification des Radiolitidés. *Ibid.*, p. 466-469.
1908. Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidés (2^e partie). *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléontologie*. Mém. n^o 36, t. XVI, fasc. 1, p. 47-78 (tableau), pl. IX-XV (i-vii).
1909. Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidés (3^e partie). *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléontologie*. Mém. n^o 36, t. XVII, fasc. 1, p. 79-132, pl. XVI-XXIV, (i-ix).
1910. Sur la classification des Hippurites. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. X, p. 723-727.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA TRIPOLITAINE

PAR **Edmond Bernet**¹

On peut distinguer en Tripolitaine trois régions nettement délimitées. A l'Ouest, c'est la Tripolitaine proprement dite, qui est séparée de la Cyrénaïque par le golfe de la Grande Syrte. Au Sud, s'étendent les immenses territoires du Fezzan qui confinent aux régions éloignées de Ouadai.

Ayant exploré en 1911 la Tripolitaine occidentale dont la géologie est si peu connue, j'ai pu, grâce à la bienveillance du gouvernement ottoman, faire une ample moisson d'observations, qui viennent jeter un jour nouveau sur la structure générale de cette région.

Au point de vue géographique, la Tripolitaine occidentale peut être divisée en deux unités : *les basses terres* qui s'étendent près de la mer jusqu'à 50 ou 100 kilomètres du rivage. Elles sont dominées au Sud par une barrière gigantesque. Au delà de cette muraille les *hauts plateaux* calcaires et gréseux s'étendent sur d'immenses espaces.

I. LES BASSES TERRES.

Les basses terres sont limitées par la mer au Nord et par la grande falaise du djebel Nefousa au Sud. Près de la frontière tunisienne, elles s'enfoncent jusqu'à 120 kilomètres dans l'intérieur du pays, tandis que vers l'Est elles sont resserrées toujours plus entre la falaise et la mer. Les basses terres prennent ainsi la forme d'un triangle dont la base est une ligne idéale tracée de Dehibat à Ben-Gardane, soit approximativement le long de la frontière franco-turque. Le sommet du triangle se trouve à Lebda. L'un des côtés coïncide avec la côte tripolitaine tandis que l'autre est déterminé par la grande falaise du djebel Nefousa. Ce triangle est, on le voit, à peu près isocèle, sa base étant égale à 140 kilomètres et sa hauteur à 280 kilomètres, ce qui porte la surface approximative occupée par les basses terres à environ 20000 kmq.

1. Note présentée à la séance du 3 juin 1912.

Les basses terres forment le bled tripolitain avec sa maigre végétation desséchée et ses immenses espaces monotones. Au pied de la mer, les oasis se succèdent de Lebda à la frontière tunisienne, mais, en arrière, le pays est souvent semblable à un désert, désert en petit, mais qui en a tout l'aspect et le caractère.

Les roches qui constituent le substratum de cette région sont identiques, en partie du moins, à celles des hauts plateaux du Sud. Les calcaires et les grès couvrent une partie importante du pays, tandis que le gypse s'étend sur de vastes espaces près de la frontière tunisienne. Ailleurs encore et surtout dans les environs de Tripoli, les sables donnent naissance à des dunes, qui s'étendent de Gargarech à Sayt-Béméalem et atteignent le bord de la mer à Karabouli, couvrant ainsi une surface de plus de 50000 hectares. Ces sables, formés de grains siliceux extrêmement ténus ne sont pas, comme on pourrait le croire, apportés de loin par les vents, mais ils sont un produit direct de la désagrégation des couches gréseuses qui se rencontrent dans les environs immédiats des dunes.

Sur la plus grande longueur, la côte est cependant plate et uniforme.

De la côte vers l'intérieur du pays, le sol s'élève graduellement et en pente insensible jusqu'au pied de la grande falaise du djebel Nefousa. Il atteint en ce point limite une altitude moyenne de 300 mètres. Mais en plusieurs endroits, il y a une exception à cette élévation progressive des basses terres vers le Sud, car on peut, à l'aide du niveau, nettement déterminer une sorte de crête surbaissée qui court de l'Ouest vers l'Est, parallèlement à la falaise du djebel Nefousa. Cette crête détermine, entre elle et le djebel, une zone curieuse de dépression qui affecte la forme d'un fossé très allongé au pied des montagnes. Cette crête est, du reste, de bien faible amplitude, puisque la pente ne peut être estimée qu'à 20 mètres de hauteur verticale sur une longueur de 40 kilomètres.

Ce phénomène est beaucoup plus saisissable dans les oueds et il trouvera là son explication. Entre Yeffren et Ryana des ravins profonds entament le bord de la falaise ; il en est de même entre Fassato et Bedern. Ces ravins se continuent dans la plaine par les oueds Cherguerat, Beras, Chieals, Gi-Assla, Bedern. Les oueds sont comme coupés au couteau dans les strates de la plaine qui sont, elles, presque horizontales. Ils sont obstrués par un chaos de blocs roulés, souvent énormes et le fond même de ces anciennes rivières est rempli de conglomérats.

Le lit des oueds s'élève progressivement du bas de la falaise

vers le Nord, c'est-à-dire vers l'aval et vers la mer. Cette pente anormale se poursuit sur une largeur de 40 kilomètres, jusqu'à la crête signalée plus haut. L'inclinaison est donc très faible puisqu'elle ne dépasse guère $1/2$ p. 1000, mais elle est la même aussi bien dans la région de Yeffren qu'au djebel Fassato.

La haute falaise qui domine la plaine est constituée par des alternances de terrains sédimentaires dont les couches sont horizontales, mais qui présentent cependant une faible inclinaison générale vers le Sud. Cette inclinaison, qui a été mesurée dernièrement par M. de Mathuisieulx est de 1 p. 1000¹.

Il y a ainsi une liaison qui paraît déjà évidente entre l'inclinaison générale des strates calcaires de la falaise vers le Sud et l'inclinaison dans la même direction du lit des anciennes rivières qui sillonnent les basses terres en avant du djebel Nefousa.

Le profil longitudinal des oueds s'amorçant aux ravins de la falaise, dessine une ligne qui présente, au sortir du djebel, un minimum d'altitude. Cette ligne se relève ensuite vers le Nord jusqu'à la crête surbaissée déjà décrite, et de là s'abaisse vers la mer. Mais il est vrai que dans cette dernière partie, en aval de la crête, les oueds disparaissent, le pays devient plus uniforme et n'est pas découpé par ces canaux multiples, ramifiés et profonds qui sillonnent les basses terres à la base des montagnes.

L'inclinaison des oueds vers le Sud est donc à peu près égale à celle des strates calcaires dans la même direction, si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des deux chiffres indiqués par M. de Mathuisieulx et moi. Il y a là une coïncidence remarquable dont la cause ne peut être due qu'à une origine commune d'un phénomène unique. L'inclinaison des strates calcaires vers le Sud peut être suivie sur plusieurs centaines de kilomètres. Cette inclinaison générale si faible, mais affectant un territoire immense, est produite par l'affaissement de tout l'arrière-pays. Cet affaissement est très faible, mais son étendue est énorme. Dans ce mouvement de bascule de tout le pays autour d'un axe idéal parallèle et situé à peu de distance au N. du djebel Nefousa, les rivières ont été entraînées également par le mouvement, et c'est pour cela que la partie amont de celles-ci se trouve être aujourd'hui plus haute que la partie aval, Je donne ici le profil passant par le djebel Yeffren (fig. 1).

Ces rivières sont aujourd'hui desséchées. Mais cependant souvent au fond de ces lits anciens une teinte verdâtre vient révéler la présence d'un cours d'eau invisible. Il est évident que cette

1. DE MATHUISIEULX. La Tripolitaine d'hier et de demain. Paris, Hachette, 1912, page 212.

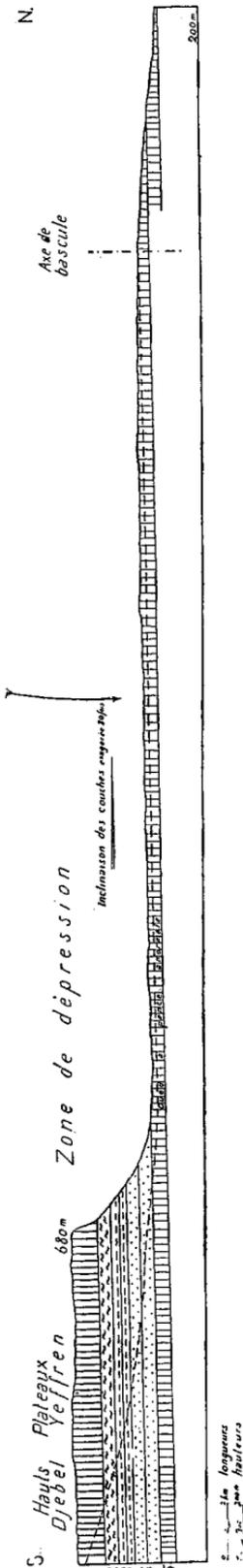


FIG. 1. — PROFIL PAR LE DJ. YEFFREN représentant la pente anormale des oueds (légende de la fig. 6).

eau s'écoule vers le Nord par un cours souterrain placé sous le lit de l'ancien oued et incliné en sens inverse de ce dernier.

Pendant que tout le pays basculait, l'eau ne pouvant plus s'écouler par les oueds vers le N. a dû s'infiltrer et chercher un passage souterrain en creusant un nouveau lit au-dessous de l'ancien et de pente inclinée en sens contraire. On voit alors ce qui en est résulté : d'une part, des oueds à pentes anormales au Sud, d'autre part, des cours d'eau souterrains à pentes normales vers la mer.

Les alternances de calcaires, gypses, marnes, grès, qui forment la grande falaise, projettent sur la plaine une série d'avant-monts, qui ne sont que des parties déchiquetées du grand plateau méridional. Ces avant-monts, comme on peut justement les appeler, s'avancent souvent très loin vers le Nord. Ils sont constitués par les mêmes roches que celles qui forment la grande falaise, dont les strates plongent toujours vers le Sud de 1 pour 1000. Ces couches se raccordent d'une façon continue aux couches de la base de la grande falaise. Ces collines, qui souvent sont liées les unes aux autres, affectent dans leur ensemble la structure de paliers gigantesques ou de collines tabulaires, mais qui ne sont que des lambeaux détachés par érosion du grand plateau. Ces hauteurs avancent jusqu'à non loin d'Asysie, à 30 km. au N. de la falaise.

En certains points les couches des collines s'inclinent par exception vers le N. et il semblerait à première vue que l'on a à faire, si l'on raccorde ces couches avec celles de la falaise, à un vaste dôme surbaissé. Mais il n'en est rien, car la chute vers le Nord des strates des collines tabulaires a une cause purement locale qui est en relation avec des glissements

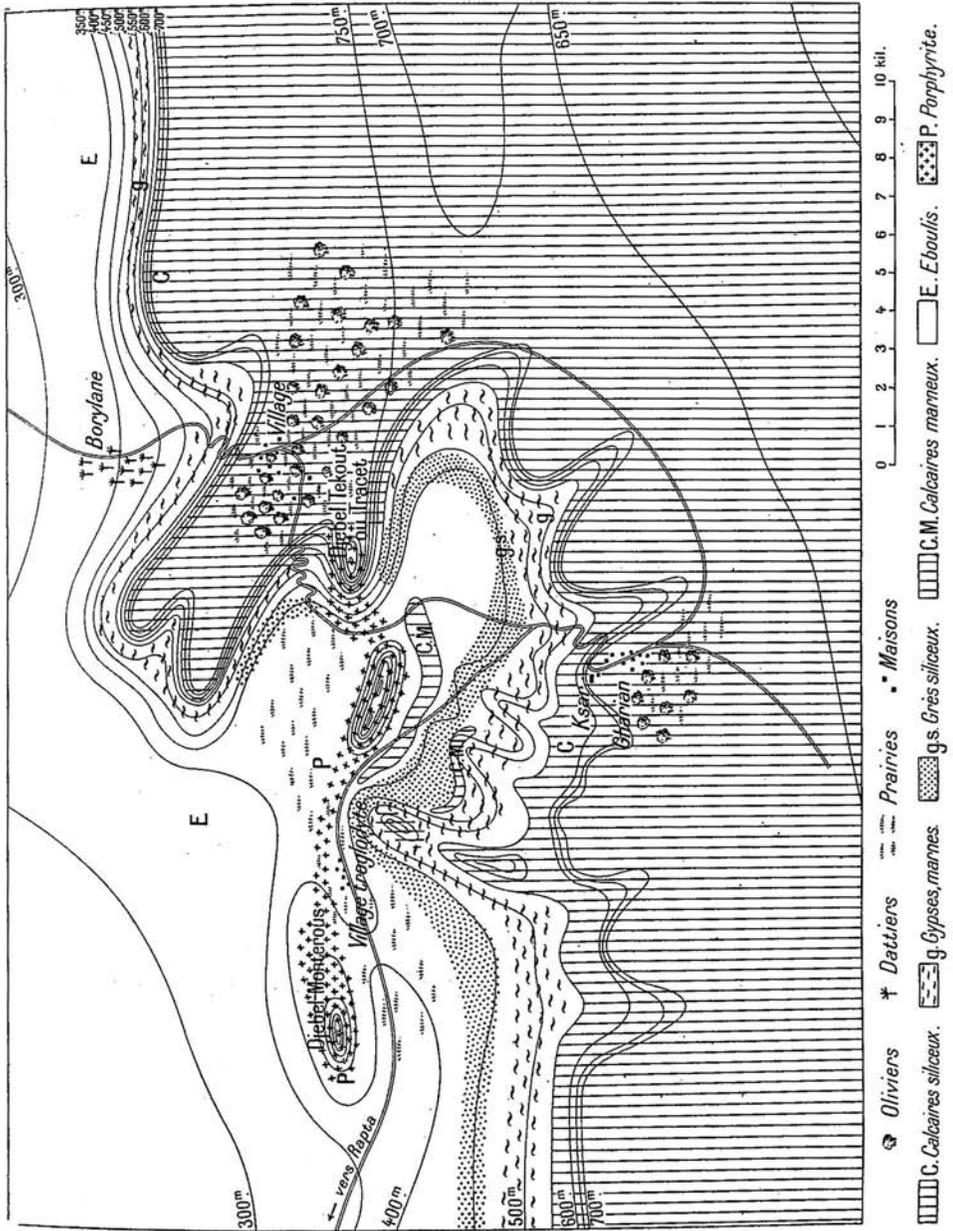


FIG. 2. — CARTE GÉOLOGIQUE DU DJEBEL GHARIAN.

de terrains ou des affaissements de faible amplitude. Ces exceptions dans l'inclinaison générale des couches sont fréquentes, mais elles ont partout la même origine génétique et secondaire (voir fig. 2, profil de Gharian à Tripoli.)

Ainsi on voit que les basses terres, qui occupent la place d'un ancien haut plateau en partie détruit par les éléments, n'offrent pas une surface plane, mais au contraire elles sont ondulées en vagues adoucies avec, par ci par là, des « flots témoins » de l'ancienne structure du pays.

Suivant que l'érosion a entamé plus ou moins profondément le sol, celui-ci sera constitué soit par des grès ou des calcaires, dont la désagrégation donne naissance aux sables et aux dunes ; ailleurs de grandes surfaces boursoufflées et cahotiques, incultes et désolées, sont formées par du gypse renfermant souvent une assez grande proportion de sel, dont les efflorescences saupoudrent le sol sur de grands espaces.

Une zone de gypse s'étend d'une façon continue du N. de Nalout dans la direction de l'Est par Diouche, Chekchouk et Djelda sur une longueur de plus de 150 kilomètres. Au N. fait suite une zone importante de calcaires et de grès. Ces derniers s'avancent jusqu'au rivage de la Mer des Syrtes et donnent naissance par la séparation des grains quartzeux, aux sables et dunes signalés plus haut. Ces dunes qui, au Sud de Tripoli, forment une large zone, se retrouvent plus à l'Ouest, au Sud des palmeraies de El-Zoïa et de Salzia, et se poursuivent encore vers l'Ouest. Elles indiquent dans leur ensemble un vent dominant venant de l'Est ou du N. E.

II. LE DJEBEL NEFOUSA.

Les basses terres sont dominées au Sud par la haute falaise du djebel Nefousa qui s'étend de l'W. S. W. vers l'E. N. E. sur une longueur de plus de 300 kilomètres. Cette falaise qui domine la plaine de 3 à 400 mètres n'est que le bord entaillé par l'érosion du vaste plateau pierreux et désertique qui, plus au Sud, s'étend jusqu'à Sinâoun, Ghadamès, Mizda et forme la Hamada-el-Hamra.

Le long de la falaise, l'on voit de grande distance déjà, se dérouler les bandes de gypse, de calcaire et de grès. L'alternance des teintes claires et foncées de ces différentes roches fait ressortir l'uniformité de la structure du djebel. C'est sans contredit l'étude de cette partie du pays qui offre le plus d'intérêt.

La bordure du djebel Nefousa ne forme pas une ligne simple,

comme on pourrait le croire, mais elle décrit une ligne sinueuse souvent profondément échancrée par des oueds et des ravins profonds qui, se ramifiant à l'intérieur, laissent pénétrer au loin la plaine dans les hautes terres. Le bord du plateau est profondément découpé, et dessine une dentelure capricieuse et variée, dont les échancrures pénètrent souvent jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres au Sud.

Au point de vue géographique et administratif, le djebel Néfousa a été divisé en plusieurs régions, qui n'offrent pas de différences géologiques fondamentales entre elles. Ce sont de l'E. vers l'Ouest : le djebel Gharian, le djebel Yeffren, le djebel Fassato et le djebel Nalout. Chacune de ces parties doit son nom à la ville principale chef-lieu d'un cercle administratif.

1. *Le djebel Gharian.* — Le djebel Gharian s'élève à 80 kilomètres au Sud de Tripoli, et domine la palmeraie de Borylane de 300 mètres. Le bord de la falaise détermine ici une sorte de vaste golfe dont le pourtour présente de multiples sinuosités. Ce golfe qui échancre le plateau est découpé par l'érosion dans la masse du plateau, mais il est fermé au Nord par une chaîne, dont les sommets pointus et la teinte sombre des roches, indiquent déjà un caractère lithologique spécial. Cette chaîne dont les deux sommets principaux, le djebel Manterous et le djebel Tracet ou Tekout, atteignent 8 et même 900 mètres est formée par des porphyrites. Ces roches éruptives ont traversé les assises supra-créta-

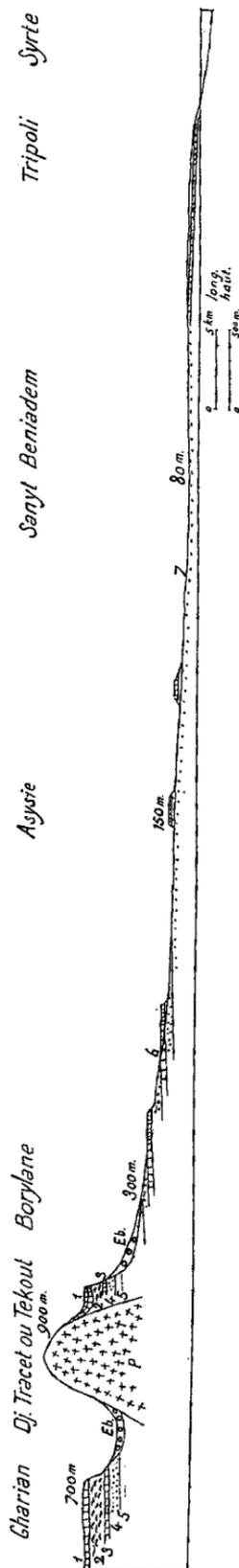


FIG. 3. — COUPE DU DJEBEL GHARIAN A TRIPOLI.

1, Calcaire siliceux; 2, Gypse; 3, Calcaire; 4, Grès; 5, Calcaire; 6, Alternances de calcaires et de grès; 7, Grès siliceux des environs de Tripoli donnant naissance aux dunes; P, Porphyrites; Eb, Éboulis.

cées et doivent être considérées comme des apophyses d'importantes masses éruptives, qui ont percé les calcaires et les grès sous-jacents. Je donne ici une carte croquis du djebel Gharian (fig. 2) et un profil de Gharian à Tripoli (fig. 3). Le djebel Tracet à l'Est est encore enveloppé en partie par le manteau sédimentaire qui se relève à son contact. Les calcaires du sommet des hauts plateaux viennent ici se mouler à une altitude de 700 mètres sur la masse éruptive. Plus à l'Est encore, les pointements éruptifs n'ont pas percé la couverture sédimentaire et en sont recouverts. A quelques centaines de mètres du djebel Tracet, dans la paroi de la falaise, les apophyses secondaires du massif de porphyrite sont venues soulever les couches calcaires et argileuses, mais sans les traverser. Les calcaires argileux, qui sont ici en contact avec la porphyrite, ont été modifiés. Ils ont pris une structure poreuse et ont été colorés en rouge vif par les oxydes de fer (fig. 4).

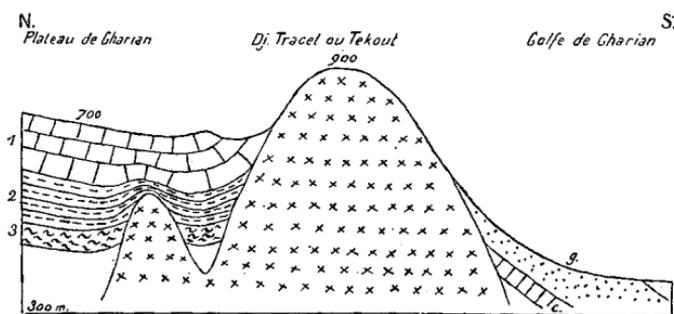


Fig. 4. — PROFIL PAR LE DJEBEL TRACET, montrant la pénétration des porphyrites dans les couches crétacées du djebel Gharian. — 1/15 000,

1, Calcaires des Hauts Plateaux relevés contre le massif du dj. Tracet; 2, Couches argileuses traversées par une apophyse du massif éruptif, et modifiée au contact; 3, Couches marno-gypseuses; c, calcaires; g, grès bigarrés.

Vers l'Ouest du djebel Tracet la chaîne éruptive continue, moins élevée il est vrai, pour former 12 km. plus loin une montagne cônique, le djebel Monterous, qui atteint 750 mètres environ. En plus d'un point on observe le contact de la porphyrite avec un puissant complexe gréseux et calcaire qui forme la base de la falaise. Au voisinage de la porphyrite, les couches sont relevées comme au djebel Tracet, mais les calcaires n'ont pas subi de modifications, tandis que des grès situés au-dessus se sont chargés d'oxyde de fer, d'amas d'hématite. L'hématite est due au voisinage de la porphyrite. Dans cette partie le contact entre l'éruptif et le sédimentaire ne se fait qu'au fond dans la plaine.

La chaîne djebel Monterous est complètement isolée des hauts plateaux. Elle a été dégagée du manteau sédimentaire par érosion.

Le massif éruptif du djebel Monterous au djebel Tracet doit être considéré comme une apophyse d'une masse batholitique, qui a traversé les couches crétacées. Dans la partie ouest l'érosion de ces dernières a isolé le massif éruptif, tandis que vers l'E. il s'enfonce sous le manteau sédimentaire.

Plus à l'Est, dans le plateau de Tarounha les pointements de porphyrite sont nombreux, et alignés en général près du bord de la falaise.

Le haut plateau de Gharian s'élève à 700 mètres au-dessus de la plaine qui atteint 300 à 400 mètres à la base. La surface du plateau est ondulée et profondément ravinée par des oueds profonds, ou parcourue par des vallées sinueuses. Les calcaires et le gypse en forment une grande partie, les maisons troglodytes de Gharian sont creusées dans le gypse.

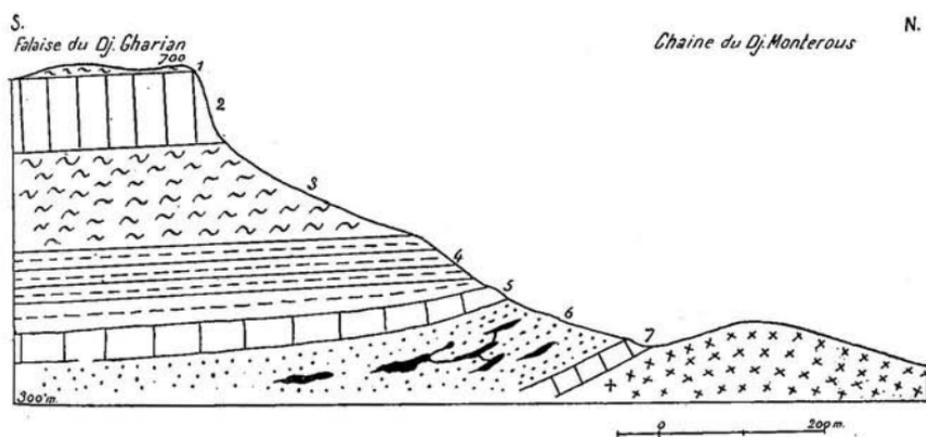


FIG. 5. — COUPE DE LA FALAISE DU DJEBEL GHARIAN, prise à 4 km. à l'W. du Ksar
1, Gypse; 2, Calcaire; 3, Complexe marno-gypseux; 4, Complexe marno-calcaire;
5, Banc calcaire; 6, Grès bigarré avec lentilles et filonnets d'hématite; 7, Calcaire.

Un peu à l'Ouest de Gharian on relève la coupe suivante de haut en bas (fig. 5).

1. Gypse.....	
2. Calcaires formant parois	100 m.
3. Épaisse zone de gypse et de marnes bigarrées..	30 m.
4-5. Calcaires lités.....	30 m.
6. Grès quartzeux bigarrés très chargés d'hématite et marnes rouges et vertes avec veinules de gypse, amas d'hématite, etc.....	90 m.
7. Calcaires et complexe marno-calcaire.....	10 m.

Les couches peu inclinées ne présentent qu'un faible plongement, 1/1000, au Sud. Sous le ksar de Gharian les couches 4 sont en partie masquées par un amas d'une formation bréchoïde détritique d'origine récente. Les couchés 1 sont recouvertes souvent par du gypse qui forme des îlots sur les hauts plateaux.

Les couches du djebel Gharian appartiennent au Supra-Crétacé. Elles se continuent vers l'Ouest jusqu'à la frontière tunisienne, où j'ai trouvé *Echinobrissus djeljensis* (GAUTHIER) et *Cyphosoma* sp., fossiles très aimablement déterminés par M. Jean Cottreau que je remercie ici tout spécialement. Grâce à la présence de ces fossiles, on peut dire qu'une partie des couches de la falaise appartient au Santonien.

La chaîne du djebel Monterous disparaît à l'Ouest de ce sommet sous la plaine, et plus aucun affleurement de roche éruptive ne percera les calcaires jusqu'à la frontière tunisienne. L'abondance de l'hématite dans le puissant complexe gréseux n° 4, est due à la présence de la porphyrite qui a fourni les éléments ferrugineux qui ont imprégné les grès et les marnes, et les ont colorés des teintes des plus vives. Vers l'Ouest, le massif de porphyrite disparaît, mais le complexe gréseux est constamment imprégné de combinaisons ferrugineuses. On peut en déduire que la roche éruptive existe en profondeur sur tout le long du bord de la falaise du djebel Nefousa. Au djebel Monterous, des calcaires et des calcaires marneux s'intercalent entre la porphyrite et le complexe gréseux-marneux. Ces dernières couches ne sont pas modifiées. Ce sont les couches perméables supérieures qui ont reçu le maximum d'action.

2. *Le djebel Yeffren.* — Le djebel Yeffren est séparé du djebel Gharian par l'oued Kikela, dépression profonde qui échancre le bord de la falaise. A l'Ouest, le plateau de Yeffren se continue par le djebel Fassato.

La ville de Yeffren est située, comme Gharian, au bord d'un golfe déterminé par la rentrée très accentuée du bord du plateau. Ce golfe a près de 17 kilomètres de large. Il est limité à l'E. par un promontoire très étroit qui s'avance au Nord, dans la plaine. A l'Ouest, un autre promontoire s'incurve vers l'Est. Ce golfe est parcouru par des oueds nombreux, dont le plus oriental est le l'oued Bessas (fig. 6).

La falaise présente la même coupe que dans la région de Gharian. Ce sont les mêmes terrains qui se poursuivent vers l'Ouest, avec seulement des modifications secondaires dans la puissance des différents termes. L'altitude moyenne du plateau est approximativement la même qu'à Gharian.

Au-dessous de Kikela on relève la coupe suivante en descendant dans l'oued à l'Est :

- | | |
|--|--------|
| 1. Calcaires siliceux des sommets..... | 100 m. |
| 2. Complexe marno-calcaire, argileux et gypseux..... | 50 m. |
| 3. Calcaires dolomitiques en gros bancs..... | 50 m. |
| 4. Grès, gypse et argiles bigarrées..... | 100 m. |

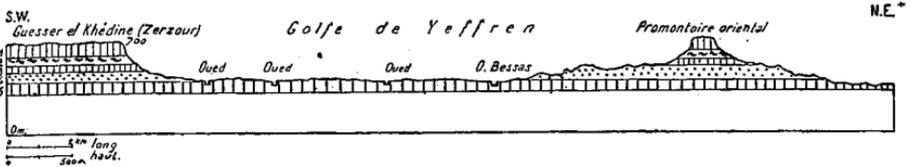


FIG. 6. — PROFIL TRANSVERSAL DU GOLFE DE YEFFREN.

- 1, Calcaire siliceux ; 2, Complexe marno-calc. gypseux ; 3, Calc. dolomitiques ; 4, Grès, gypses, argiles ; 5, Calcaires divers.

Les couches 4 forment comme plus à l'Est le puissant complexe de la base de la falaise, et se distinguent par l'éclat des teintes ferrugineuses.

Entre Kikela et Yeffren les ravins sont nombreux et pénètrent très loin dans l'intérieur des terres. La vallée de *Souadan* est étroite, longue de plusieurs dizaines de kilomètres. Elle est creusée dans les couches 1, 2 et 3. Les couches 3 forment le fond de la vallée et le lit du ruisseau.

Dans le golfe de Yeffren, les grès bigarrés affleurent sur une grande hauteur, et sont profondément ravinés. Ils sont surchargés de fer, et parcourus par des veinules d'hématite rouge et d'hématite brune, et les marnes renferment des lentilles de carbonate de fer.

Au N. du djebel Therma, qui est le promontoire est du golfe de Yeffren, la plaine, sur une dizaine de kilomètres de largeur, est formée par des vallonements semblables à des dunes. C'est le complexe 4, boursoufflé et craquelé qui donne naissance à ce paysage curieux.

3. *Le djebel Fassato*. — Au djebel Fassato le calcaire atteint son altitude culminante. Mezrou, non loin de Djâdo Fassato est à 750 mètres. Dans la région de Fassato, la falaise offre une coupe intéressante. Je donne ici le profil de Mezrou à Chekchouk (fig. 7).

- | | |
|---|-------|
| 1. Gypse, dans les environs de Mezrou, sur le plateau.... | 25 m. |
| 2. Calcaire siliceux gris..... | 50 |

3. Gypse blanc compact.....	25
4. Schistes argileux rouges.....	10
5. Gypse blanc.....	15
6. Grès en bancs, gris.....	25
7. Gypse blanc.....	25
8. Schistes rouges argileux.....	130
9. Grès jaunes en gros bancs.....	25
10. Gypse à concrétions ferrugineuses.....	100
11. Grès quartzeux bruns.....	15
12. Lignite pyriteuse.....	1
13. Grès argileux.....	24

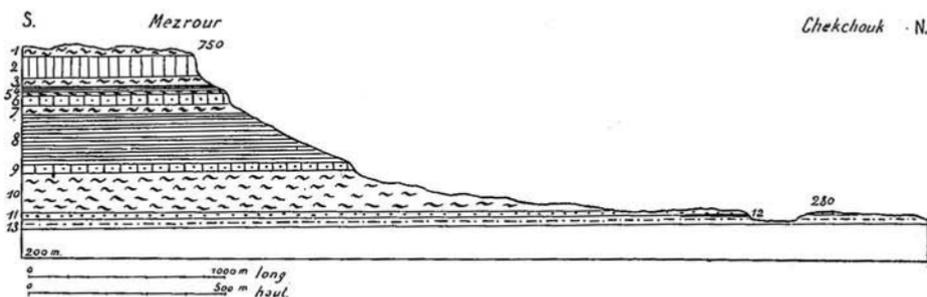


FIG. 7. — COUPE DE LA FALAISE DU DJEBEL FASSATO.
Légende dans le texte.

Cette coupe affecte une tranche de terrains qui a 470 mètres d'épaisseur, par conséquent supérieure à celles que j'ai données à Kikela et Gharian. On reconnaît néanmoins les quatre mêmes termes signalés dans les coupes précédentes, mais compliqués ici d'éléments nouveaux. Ce sont les mêmes calcaires siliceux qui forment la paroi supérieure de la falaise, surmontés parfois par du gypse, puis viennent au-dessous, la zone supérieure de gypse, des schistes, des grès ou des calcaires, des grès bigarrés. A Chekchouk tout en bas de la falaise, dans les grès quartzeux, s'intercale une couche de lignite, charbon très pyriteux mélangé de marnes argileuses, avec nombreux débris de Fougères.

Cette couche de charbon a une puissance de 1 mètre. Elle est remplie d'amas pyriteux abondants. La pyrite en s'oxydant, a donné à l'affleurement un dépôt curieux de sulfate de fer. Grâce à la sécheresse du climat, le sulfate de fer reste sur le sol à l'air libre. Il forme une poudre jaune que les indigènes emploient pour décolorer les tissus.

Les affleurements de charbon se poursuivent sur une longue

distance au pied de la falaise, puisqu'on en trouve encore au N. de Kikela. Mais cette couche est certainement discontinue, et ne forme que des amas plus ou moins importants.

Les couches supérieures de la falaise appartiennent au Santonien comme je l'ai déjà indiqué. Quant à la couche de lignite qui vient tout au bas de la falaise, M. Paul Lemoine, à qui j'ai communiqué les Fougères recueillies me donne les renseignements suivants : ces Fougères sont facilement déterminables si elles appartiennent au Primaire. Au contraire, si elles sont crétacées, ce sont des espèces nouvelles. On voit le dilemme. La structure ligniteuse du charbon est en faveur d'un âge récent de sa formation, la position de la couche également. On peut donc supposer qu'à la base du Crétacé supérieur se rencontre une couche de lignite, mais un gisement analogue est inconnu en Tunisie et en Algérie. Cependant, dans ces calcaires, on trouve à la base du Crétacé supérieur, des grès à bois silicifiés qui sont voisins, dans la région de Chekchouk, de la couche de lignite. Il y a donc plusieurs faits qui militent en faveur de l'âge crétacé des lignites de Chekchouk. Comme le Crétacé de la falaise repose directement sur ces couches charbonneuses, si elles étaient primaires tout le Trias et le Jurassique ainsi que le Crétacé inférieur feraient défaut.

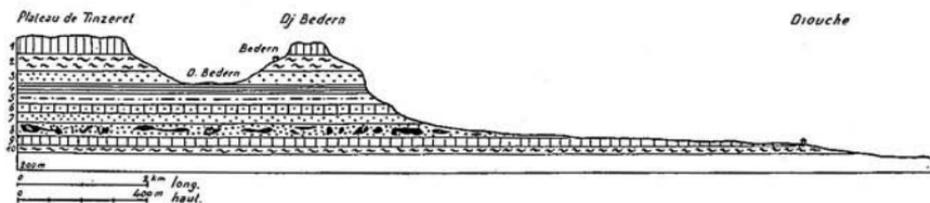


FIG. 8. — DJEBEL FASSATO, profil de Tinzeret à Diouche.

Légende dans le texte.

A 30 kilomètres à l'Ouest de Djâdo la falaise est profondément entamée par des oueds capricieux dans la région de Tinzeret, Slimat Gontrous. Ces oueds ne débouchent pas librement dans la plaine, car en avant des hauts plateaux, détaché de ceux-ci par des érosions puissantes, s'élève le Djebel Bedern, avant-mont, qui domine la plaine (fig. 8). On peut raccorder par la pensée les couches du djebel Bedern à celles des hauts plateaux, elles en sont la continuation très nette et très évidente.

La succession des roches du djebel Bedern est la suivante : (fig. 8) :

1. Calcaires siliceux des sommets.....		50 m.
2. Gypse.....		
3. Grès friables blancs.....		
4. Calcaires et marnes.....	} Dans l'oued Tinzeret Lamellibranches à ce niveau.	200 m.
5. Calcaires gréseux.....		
6. Grès quartzeux formant parois.....		
7. Grès friables quartzeux blancs..		
8. Grès quartzeux noirs ferrugineux avec amas d'hématite.		
9. Calcaires et grès.....		25 m.
10. Gypse (à Diouche).....		25 m.

Les couches 8 renferment des amas importants d'hématite brune, en rognons, lentilles, veinules. L'hématite a imprégné les grès quartzeux, en remplissant tous les interstices entre les grains de silice. On constate une transition progressive entre un grès quartzeux ferrugineux et une hématite pure sans quartz. Le passage se fait entre ces divers types graduellement et l'on peut saisir toute la gradation. Ce sont les eaux ferrugineuses provenant de massifs éruptifs qui ont, comme plus à l'Ouest, parcouru ces roches perméables et provoqué ces dépôts ferrugineux. L'oxyde de fer s'est précipité et a rempli les interstices entre les grains de quartz.

Dans le village de Diouche, situé dans la plaine à 10 kilomètres du dj. Bedern au Nord, affleure sur un petit plateau intermédiaire une zone puissante de gypse. Grâce à l'échancrure d'une petite vallée on peut voir une zone de gypse de 70 centimètres affleurer sur les deux bords de la vallée. Ce gypse est de couleur noire, imprégné de substances bitumineuses. Dans cette couche, les restes de détritux végétaux abondent. Cette couche de bitume est à 2 mètres de profondeur. Plus près de la surface, des veines charbonneuses se rencontrent un peu partout dans l'oasis. La couche de gypse de Diouche est le terme le plus inférieur des niveaux de la falaise, elle vient sous la couche gréseuse puissante de la base.

4. *Le djebel occidental.* — Une coupure profonde, longue et rectiligne sépare le djebel Fassato à l'Est du djebel occidental ou djebel Nalout à l'Ouest. Cette coupure est l'oued Serous, qui entame les plateaux jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres du bord de la falaise, vers le Sud, et se continue au Nord, se résolvant dans la région de Tiji en une série de canaux qui, en s'éparpillant, deviennent toujours moins profonds. Sur les bords de l'oued Serous, s'observent les mêmes alternances de gypse, calcaire et grès qu'au djebel Fassato.

Cette profonde coupure n'est par conséquent qu'une entaille dans un bloc unique, uniforme de constitution et de structure. Des deux côtés de l'oued les couches se correspondent en toute régularité, ce qui montre bien qu'il n'y a pas là de phénomène de dislocation, mais qu'il s'agit simplement de ravins remarquables par leurs longueurs, leurs ramifications et les caprices de leurs méandres.

Plus loin vers l'Ouest, entre l'oued Serous et Nalout, le bord de la falaise est entamé aussi profondément par de véritables gorges, dont les parois verticales et profondes font penser aux gouffres de nos régions alpines. L'oued Bou-el-Hassan, dont une ramification secondaire forme la gorge au haut de laquelle perche Nalout, est aussi important, sinon plus, que l'oued Serous. Ses digitations s'étendent à l'infini, et sont poussées si loin que des massifs entiers sont séparés, découpés et isolés en tables solitaires.

A l'Ouest de Nalout, les découpures sont moins profondes jusque dans la région de Gazaya et Ouezean et la frontière tunisienne. L'oued Bou-el-Hassan sépare donc le djebel Nalout en deux parties, mais ces deux unités font partie du même cercle administratif.

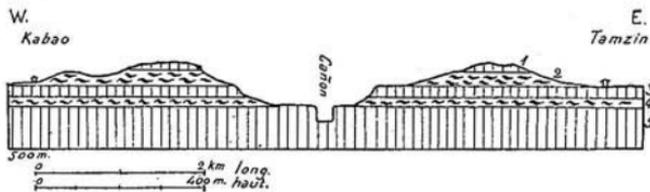


FIG. 9. — COUPE DE KABAO A TAMZIN.
Légende dans le texte.

Le haut du plateau est raviné. Des cañons ont été creusés dans le calcaire à silex du sommet. Mais sur le calcaire à silex apparaissent des alternances nouvelles de couches tendres et friables composées de gypse, calcaires poreux et grès friables. Ces couches démantelées en partie, ont donné naissance à des collines aux formes arrondies, tandis que l'érosion a formé dans les calcaires durs et compacts sous-jacents des chenaux étroits. Je donne ici une coupe de Kabao à Tamzin (fig. 9), qui illustre la morphologie que je viens de décrire. Du haut des collines jusque dans le cañon, on relève les couches suivantes :

- | | |
|---|-------|
| 1. Calcaire poreux, friable, crayeux (au sommet). | 10 m. |
| 2. Gypse et lentilles de grès..... | 25 |
| 3. Banc calcaire..... | 25 |

4. Gypse et grès jaunes.....	25
5. Calcaire siliceux compact des hauts plateaux..	100

A Kabaò et Tamzin, les calcaires siliceux des sommets sont à un niveau moindre qu'au djebel Bedern, et surtout qu'au djebel Fassato. Cet abaissement du plateau se poursuit jusqu'à la frontière tunisienne. C'est le djebel Fassato qui correspond à la partie culminante de ce vaste bombement longitudinal.

Tirhit occupe le fond d'une vallée secondaire de l'oued Bou el Hassa. Cette vallée sinueuse, de direction générale W.-E., entame dans sa partie supérieure les couches siliceuses calcaires du plateau. Ce complexe puissant renferme dans la région de Tirhit des amas lenticulaires souvent assez importants d'oxydes de manganèse plus ou moins mélangés de carbonate rose et de calcaire. Un de ces amas a 100 m. de longueur sur 1 m. de puissance. A ces amas s'associent souvent des strates siliceuses rouges et jaunes, dont les couleurs vives alternent en bandes régulières.

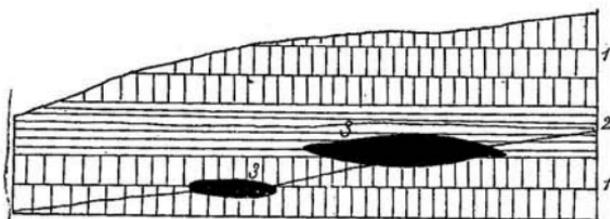


FIG. 10. — GISEMENT D'OXYDE DE MANGANÈSE DANS LES CALCAIRES DE TIRHIT.

1, Calc.; 2, Strates de silice compact rubané; 3, Amas d'oxyde de manganèse.

Les eaux manganésifères et des eaux siliceuses ont traversé et imprégné les couches, produisant le remplacement métasomatique du calcaire par le carbonate de manganèse, transformé plus tard en oxyde, et par de la silice (fig. 10). Cette action s'est produite dans tout le djebel occidental, et affecte surtout les couches supérieures des hauts plateaux. Car, en dehors des amas importants que je viens de décrire, les calcaires sont presque partout sillonnés de veinules ou de boules d'oxyde de manganèse. Les silices de couleurs variées, zonés ou non, d'agates aux zones concentriques se rencontrent sur tout le plateau.

Sur le haut du plateau, des amas noirs d'oxyde de manganèse très pur, se rencontrent en plusieurs points dans la région de Nalout.

La ville de Nalout est située sur un plateau complètement isolé par les ramifications nombreuses de l'oued Bou-el-Hassa.

La falaise au N. de Nalout présente la même coupe que plus à l'Est, mais à la base, dans les couches qui s'avancent en gradins au N., on rencontre dans l'oued Mellah des amas ferrugineux. Des couches calcaires ont été remplacées par du carbonate de fer. Le minerai est intimement mélangé à une argile rouge brunâtre. La sidérose forme une veine de 10 à 20 m., interstratifiée dans des grès jaunes. Elle est souvent sous forme de concrétions et de sphérosidérite. Ailleurs, la structure du minerai est compacte, amorphe. Comme accessoire mélangé au carbonate de fer, on rencontre du carbonate de manganèse, du carbonate de chaux, des oxydes de manganèse. La coupe du gisement de l'oued Melah est la suivante :

1. Grès quartzeux.....	3 m.
2. Sidérose et sphérosidérite.....	10 à 20 m.
3. Grès jaune.....	3 m.
4. Argile bigarrée.....	2 m.
5. Grès jaunes.....	1 m.
6. Marnes argileuses.....	1 m.

Les couches ci-dessus forment un gradin au pied de la grande falaise du djebel Nalout. Ce gradin s'avance au N. de plusieurs kilomètres. Les couches qui le constituent s'enfoncent au Sud sous la falaise, et correspondent par conséquent aux termes inférieurs des séries décrites précédemment (n° 11 de la coupe de Chekchouk, n° 8 et 9 de la coupe du dj. Bedern). Sur toute la longueur du djebel Nefousa, les couches gréseuses de la base sont riches en minerais de fer ; j'ai déjà signalé les carbonates et des oxydes de fer à Gharian, Yeffren, Bedern. Comme je le disais plus haut, la présence de ces minerais est due à l'existence de roches éruptives basiques en profondeur. Ces roches ont dans la partie orientale de la chaîne lancé des apophyses, qui ont traversé les couches sédimentaires, tandis que plus à l'Ouest on n'aperçoit pas de roches éruptives, mais la présence des minerais vient révéler leur existence en profondeur.

Le gradin inférieur du djebel se poursuit vers l'Ouest jusque dans la région de Rasaya. La surface des couches gréseuses est recouverte de concrétions quartzieuses en forme de boules, stalactites, etc. La couche ferrugineuse a donné naissance en outre à des concrétions, à des boules, des nodules d'hématite rouge. L'hématite a cristallisé en cubes par pseudomorphose de la fluorine.

Dans les grès on trouve aussi des amas de bois silicifié. Les fibres végétales se reconnaissent très nettement. Certaines par-

ties des échantillons sont très pyriteuses, mais la pyrite s'est transformée presque toujours en hématite cristallisée.

La structure en gradin du bord de la falaise est particulièrement nette à Moulgraf, à l'Ouest de l'oued el Melha. Par suite de la friabilité des termes inférieurs des roches du djebel, les couches compactes supérieures ont glissé sur leur soubassement

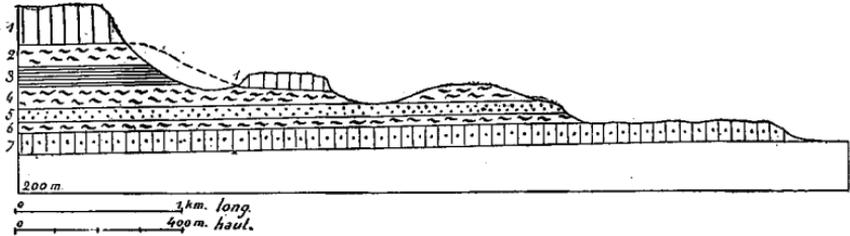


FIG. 11. — DJEBEL OCCIDENTAL. Profil de la falaise de Moulgraf.

- 1, Calcaires siliceux; 2, Sables et grès blancs avec lentilles de gypse; 3, Argiles et grès rouges; 4, Gypse et lentilles ferrugineuses; 5, Grès rouges; 6, Gypse et concrétions ferrugineuses; 7, Banc gréseux et calcaire formant le gradin nord.

peu consistant et en partie désagrégé. Il s'est formé ainsi de petites collines, en avant de la falaise, collines dont les couches sont souvent disloquées par suite de ces mouvements de terrains. (fig. 11).

La falaise redevient très sinueuse près de la frontière tunisienne dans la région de Rasaya, Ouezzan, Dehibat. Rasaya même est situé dans un ravin profond, resserré. Entre Rasaya et Ouezzan, le promontoire étroit de Zra-ga, prolongement des hauts plateaux, s'avance vers le Nord. Son extrémité est découpée en plusieurs pitons escarpés. Le plus élevé de ces pitons domine Dehibat et le djebel Mra Ba, distant de 8 km. de Rasaya.

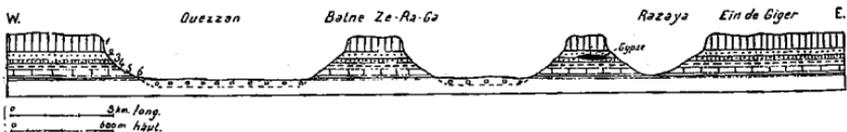


FIG. 12. — PROFIL LONGITUDINAL DE OUEZZAN A RAZAYA.

- 1, Calc. siliceux; 2, Grès jaunes friables; 3, Grès siliceux durs; 4, Grès calc. caverneux; 5, Grès argileux rouges; 6, Marnes bigarrées.

Le profil E.-W. de Ouezzan à Rasaya montre l'échancrure du bord du plateau et le ravin de Rasaya. Les couches se correspondent et les diverses coupes relevées peuvent être résumées ainsi (fig. 12) :

1. Calcaires siliceux.
 2. Grès jaunes friables ; filonnets calcaires, efflorescences salines.
 3. Grès siliceux durs (à Mra-Ba).
 4. Grès calcaire caveurneux et siliceux en bancs minces.
 5. Grès argileux rouges.
 6. Marnes bigarrées.
- } avec lentilles et
} amas de gypse
} irréguliers.

Les numéros 2, 3 et 4 peuvent être remplacés par d'autres couches. Ainsi au Gazer de Gigir à l'Est de Rasaya la succession est la suivante :

1. Calcaire siliceux.
2. Calcaires crayeux *Echinobissus djelfensis* et *Cyphosoma* sp. (Santonien).
3. Alternances de grès et de marnes bigarrées.
4. Argillites rouges.
5. Argiles gypseuses colorées en rouge par des oxydes de fer ; cristaux de gypse et concrétions ferrugineuses.

Au-dessus du village de Rasaya des marnes bleues intercalées entre des bancs de calcaires cristallins qui font saillie, donnent des efflorescences abondantes de salpêtre et de sel. Ces sels forment un dépôt à l'affleurement des marnes. Grâce à la sécheresse régnante, ce dépôt s'est accumulé et a pu être conservé à l'air libre.

La découverte de *Cyphosoma* et *Echinobissus djelfensis* dans les couches immédiatement sous-jacentes aux calcaires des sommets, indique l'âge santonien du complexe calcaréo-grésogypseux de la falaise du djebel Nefousa, qui s'étend de la frontière tunisienne à Gharian¹.

III. LES HAUTS PLATEAUX.

1. *Structure générale des hauts plateaux.* — Du bord de la falaise du djebel Nefousa, les couches s'inclinent insensiblement vers le Sud. Ce vaste plateau est loin cependant de présenter une surface unie. Les érosions quaternaires puissantes ont creusé un réseau de vallées nombreuses, souvent très larges, qui sont remplies de conglomérats ou de poudingues de formations récentes, qui viennent révéler l'action de cours d'eau puissants.

Les lits de ces anciens cours d'eau ne sont pas dirigés uniquement vers le Sud, comme on serait en droit de le supposer

1. Fossiles aimablement déterminés par M. Jean Cottreau.

par suite du plongement des couches dans cette direction, mais ils affectent des directions indépendantes de la pente des strates sous-jacentes. Ceci est une preuve que l'affaissement du pays au Sud est d'une date récente, postérieure au creusement des oueds.

Du Nord au Sud la surface du plateau s'affaisse. Les altitudes suivantes prises entre Nalout et Ghadamès mettent en évidence cet abaissement du pays au Sud :

	Altitudes .	Différence d'al- titude.	Distance en km.	Abais- sement du plateau en mètres pour 1 km.	
Nalout, bord du plateau.....	650	—	—	—	} pente moyenne 1 pour 1000.
Nalout, ville.....	620	30	5	6	
Sakra Nia.....	500	120	10	12	
Bir Zar.....	480	50	50	1	
Châoua.....	450	0	50	0	
Ghadamès.....	360	90	150	0,6	

En outre, le tableau ci-dessus montre que l'abaissement du plateau est fort près du bord de la falaise, où il atteint 6 et même 12 mètres pour 1 km. tandis que vers le Sud la pente n'atteint même pas 1 mètre par km. Il y a donc tout près du bord de la falaise une déclivité brusque, tandis que plus au Sud la pente devient insensible. Mais si l'on calcule la pente moyenne entre Nalout et Ghadamès, en supposant qu'elle soit uniforme, on trouve le chiffre de 1 pour 1000 indiqué déjà par M. de Mathuisieulx.

2. *Les Oueds.* — Les oueds découpent sur le plateau des garas qui ont la forme de petits plateaux isolés séparés de tous côtés par des échancrures plus ou moins larges. Entre Nalout et Bir-Zar, les oueds sont nombreux. Au fond des lits de ces derniers on trouve des conglomérats cimentés plus ou moins consistants.

La principale vallée, l'oued Lourzout, est très évasée. Elle forme des sinuosités indéfinies, qui montrent bien qu'aucune pente directrice générale constante, n'a dirigé le cours de l'ancienne rivière. Entre Nalout et Bir Zar, situé à la frontière tunisienne, on rencontre les oueds de Sakrania, Lourzout, Hamadia et

l'oued de Foum Arkoui. La région de Hamadia, à mi-chemin entre Nalout et Bir Zar, est formée par une plaine immense, sur laquelle se meuvent des dunes de sable. Cette plaine est limitée à l'Ouest par les montagnes de Galb Magan et de Konn-el-Ba-Rouch. Entre cette falaise et Bir Zar, le découpage des couches supérieures du plateau est poussé à l'extrême. Toutes ces vallées se réunissent et donnent naissance à des plaines plus ou moins étendues. Au Nord de Bir Zar l'un de ces plateaux domine la plaine de Jéneïen, il y a là, en quelque sorte, une nouvelle falaise regardant l'occident.

Entre Bir Zar et Sinaoun, une série d'oueds sont dirigés vers l'Ouest. Ce sont, du Nord au Sud, l'oued Massim, l'oued Bel Adam, l'oued Girgir, l'oued Egillaha et l'oued Checkchouf. L'oued Girgir a son origine à Nalout. Il est énorme, et sa largeur atteint souvent plusieurs kilomètres.

L'oued Checkchouf provient de 100 km. à l'Est, son importance est considérable, car entre Nalout et Sinaoun on le trouve de nouveau.

Dans le cours de ces oueds très vastes, souvent certaines parties s'évasent et forment d'immenses cuvettes. Ces cuvettes sont remplies de conglomérats et de matériaux détritiques. Elles peuvent être plus ou moins grandes. Ce ne sont souvent que de simples dépressions du fond des anciennes rivières. Ces dépressions sont probablement produites par la dissolution de certaines couches de gypse et de sel, qui a déterminé des effondrements dans certaines parties des rivières. Car, sur les rives bien tranchées des bords de ces anciens fleuves, on ne voit aucune trace de tassement ou de modification dans l'allure horizontale ou presque horizontale des couches. S'il y a eu des effondrements, ceux-ci ne peuvent être que très localisés, et n'affecter que certaines parties du fond des oueds.

3. *Sebkhas*. — A côté des oueds et des plaines que je viens de décrire, il existe sur les hauts plateaux d'immenses dépressions, véritables lacs, desséchés généralement, mais qui peuvent avoir aussi de l'eau à l'air libre. Ce sont les sebkhas, dont le sol est formé par du gypse et du sel. Elles peuvent atteindre des dimensions considérables. Les oueds y convergent souvent. Sur les bords des sebkhas les oueds alternantes de grès, calcaires et gypses se déroulent en longs rubans, dont la régularité n'a été troublée par aucun accident.

Je décris les deux sebkhas les plus importantes: la sebkha de Châoua et la sebkha de Mzèzèm; mais il y en a beaucoup d'autres d'une constitution identique.

La Sebkhâ de Châoua couvre une surface considérable au N. W. de l'oasis de ce nom. Elle est limitée au Sud par la gara de Châoua. Les palmeraies s'échelonnent le long de cette montagne, sur un petit plateau intermédiaire, à 10 mètres au dessus de la sebkhâ. Ce plateau, large d'une centaine de mètres, a une constitution curieuse. Sa surface, faiblement inclinée au N. W., est formée par du gypse qui recouvre une argile fertile. Les berbères, pour leurs jardins, ont enlevé la croûte de gypse pour pouvoir planter dans le terrain fertile sous-jacent (fig. 13). Au-dessous de cette argile on retrouve les couches calcaires. Il est par conséquent hors de doute, que le gypse de surface du plateau intermédiaire de Châoua est détritique, et provient des assises supérieures de l'El-Gara.

Le long de l'El-Gara, il sort de l'eau en dessous de la couche de gypse. Les berbères ont creusé de longs canaux qui amènent l'eau jusque dans les jardins. Le gypse est fortement mélangé de sel ainsi que l'argile sous-jacente.



FIG. 13. — TYPE D'UN JARDIN DE CHAOUA.

1, Gypse détritique; 2, Argile et terre fertile; 3, Calcaire.

Au pied du plateau intermédiaire commence la sebkhâ proprement dite, immense plaine dominée par des garas. Cette plaine n'a pas une constitution homogène. Elle est formée en partie par des dalles calcaires présentant des bombements qui laissent entre eux des dépressions remplies de gypse et de sel.

Dans les environs de Ghadamès les sebkhâs couvrent un territoire considérable. La plus importante est celle de Mzèzèm, immense dépression saline qui a plus de 40 km. de longueur sur 20 de large. Dans la partie est de la sebkhâ débouchent des oueds énormes et nombreux.

Une grande partie de la surface de la sebkhâ est formée par du gypse qui, tout craquelé et boursoufflé, a donné naissance à ces si curieuses figures de dessiccation hexagonales. Au N. de la petite oasis du Mzèzèm, le sol est ainsi constitué:

a Sel très pur.....	20 cm.
b Argile.....	1 m.
c Argile (eau).	

On rencontre l'eau très près de la surface. Ce sel est très pur, et forme une couche homogène.

En d'autres points, l'eau est à la surface et forme une véritable nappe, de 20 cm. à 1 m. de profondeur couvrant une étendue considérable. L'eau est saturée de sel et souvent des croûtes de sel flottent à la surface. Au centre de la sebkha, un petit lac entouré de roseaux a une profondeur de plusieurs mètres.

A côté du petit lac, une fouille a coupé les terrains suivants (fig. 14):

- | | |
|--|--------|
| a Sel, gypse..... | 20 cm. |
| b Argile bleue avec détritrus végétaux et gypse. | 1 m. |
| c Argile et eau. | |

Du trou s'échappait de l'hydrogène sulfuré en abondance. Ce gaz provient de la réduction du gypse par des matières organiques, dont les débris sont abondants dans la couche *b*. Dans la palmeraie de Mzézèm, les émanations sont aussi abondantes près des puits. De petits oiseaux morts asphyxiés par les gaz délétères, jonchent le sol aux abords des trous d'où l'on retire l'eau.

A Ghadamès même, de grandes cuvettes pleines de gypse et de sel entourent la célèbre oasis. Ces sebkhas sont en partie en communication avec la cuvette de Mzézèm par des dépressions longues et sinueuses.

4. *Terrains des hauts plateaux.* — Les terrains qui forment les hauts plateaux sont, comme ceux de la falaise, constitués par des calcaires, des grès, des gypses, des argiles et des marnes. Au Sud de Nalout, les calcaires siliceux à silex zonés et agates forment la surface du plateau. Dans ces couches se rencontrent des amas d'oxyde de manganèse. Au-dessus des couches siliceuses, qui correspondent à la paroi culminante de la falaise du djebel Nefousa, se superposent de nouvelles alternances de roches qui forment des garas séparées par des oueds ou des cols.

Sur les bords de l'oued Lourzot et de l'oued Sakrania affleurent des calcaires spathiques; à Foum Arkouï près de Bir Zar, les couches gypseuses situées entre deux parois calcaires forment palier. Le col par où l'on accède à la cuvette de Bir-Zar en venant de Nalout, offre la succession suivante (fig. 15):

1. Calcaire compact.
2. Gypse.
3. Calcaire compact.

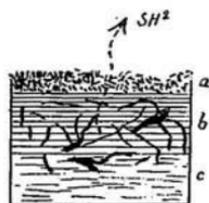


FIG. 14. — COUPE THÉORIQUE DANS LA SEBKHA DE MZÉZÈM.

4. Gypse avec géodes de calcite, au col.
5. Calcaire.

Dans le gypse, des géodes de calcite forment de grosses masses. A l'affleurement, ces bandes sont toutes craquelées et couvrent le sol de débris de parallépipèdes.

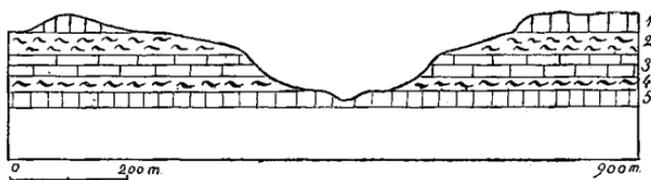


FIG. 15. — COL DE BIR ZAR. Légende dans le texte.

Les montagnes qui entourent Bir Zar offrent des alternances analogues. Les couches calcaires fournissent en abondance des Échinodermes, des Pecten, des *Ostrea* et des Gastéropodes. En outre, sur la surface des garas, on rencontre en abondance des bois silicifiés atteignant souvent de très fortes dimensions. Les couches ci-dessus doivent appartenir probablement au Tertiaire, et correspondre en partie à des termes supérieurs aux couches de la falaise du djebel Néfousa.

A Châoua la succession des couches qui forment l'El gara est la suivante (fig. 16) :

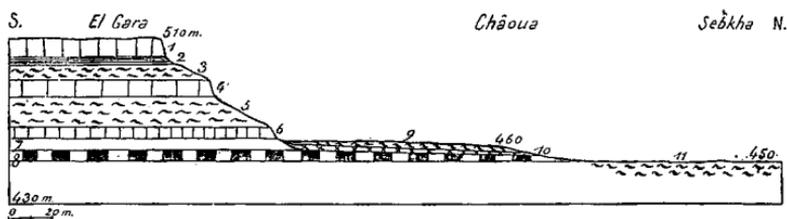


FIG. 16. — PROFIL PAR L'EL GARA DE CHAOUA. — Légende dans le texte.

1. Grès durs du sommet.
2. Alternances de calcaires crayeux et de gypse.
3. Gypse.
4. Bancs calcaires durs.
5. Gypse et grès jaunes friables.
6. Lumachelle.
7. Calcaire friable à Foraminifères et plantes.
8. Calcaire compact.
9. Gypse détritique.
10. Argile.
11. Gypse et sel de la sebkha de Châoua.

Au Nord de l'El Gara s'élève une montagne isolée, la colline de Kasser el Tyn. Cette colline présente les couches suivantes qui correspondent à celles de la base de l'El-Gara (fig. 17) :

- | | |
|---|----------|
| 1. Grès durs. | } 30 m. |
| 2. Gypse et argile jaune; nodules ferrugineux. | |
| 3. Lumachelle..... | 2 à 3 m. |
| 4. Couches grises à Foraminifères et cailloux noirs; terres argileuses noires exploitées par les indigènes. | |

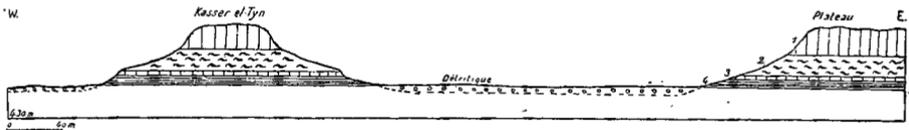


FIG. 17. — PROFIL PRIS AU N. DE L'OASIS DE CHAOUA.
Légende dans le texte.

Cette série correspond aux couches 4, 5, 6, 7 de l'El-Gara. On remarquera que les couches grises forment un niveau de repère facile à retrouver. Les amas de cailloux noirs sont formés de roche bréchoïde remplie de débris de fossiles, Gastéropodes et Lamellibranches. Ils se rencontrent dans la couche 4 de Kasser el Tyn et dans la couche correspondante 7 de l'El-Gara. Ces amas de cailloux se poursuivent très loin du côté de Ghadamès, et indiquent dans cette direction le prolongement des couches qui les contiennent. Ce sont des formations sporadiques, dues à des causes locales, correspondant à des dépôts terrestres effectués pendant des émergences temporaires d'un bassin peu profond.

Les couches grises renferment, outre les cailloux noirs, des argiles foncées, qui sont exploitées par les habitants de Châoua pour la fabrication des poteries.

Je dois encore à l'obligeance de M. Lemoine l'examen des roches grises de Châoua, et je donne ici son opinion sur ces couches; ces roches friables contiennent des Foraminifères, mais ceux-ci sont indéterminables. Cependant l'examen de la roche et des Foraminifères, me conduit presque à la conviction qu'on a affaire à des couches tertiaires et même miocènes.

Ainsi, bien qu'aucune preuve précise ne puisse être présentée pour l'âge tertiaire d'une partie des couches de Châoua, il semble bien cependant que ce terrain doit exister dans cette partie de la Tripolitaine, et même être représenté ailleurs sur le grand plateau du Tahar, sous forme d'îlots plus ou moins vastes reposant sur une base supracrétacée.

Chaque fois que l'on parle des grands plateaux pierreux de la Tripolitaine occidentale, on affirme que ces plateaux sont crétacés et que le Tertiaire n'y existe pas, quoiqu'aucune étude sérieuse n'ait été faite de ces terrains. Je pense donc qu'en vertu des roches trouvées à Châoua il faut faire aujourd'hui des restrictions sur une affirmation trop générale, et envisager comme très probable la présence du Tertiaire dans ces vastes régions.

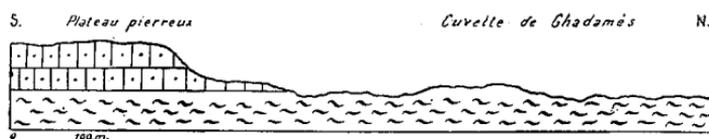


FIG. 18. — PROFIL AU SUD DE L'OASIS DE GHADAMÈS.

Du côté de Ghadamès (fig. 18), on retrouve le Crétacé typique. Dans la région de Mzézème, en particulier, les fossiles sont abondants et fournissent de nombreux Lamellibranches crétacés.

IV. RÉSUMÉ ET ESSAI DE SYNTHÈSE DES GRANDES LIGNES TECTONIQUES DE LA TRIPOLITAINE.

La grande falaise du djebel Nefousa qui traverse toute la Tripolitaine occidentale est une coupure faite dans les terrains du Crétacé supérieur. Je résume dans le tableau de la page 411 les différentes coupes observées de la frontière tunisienne au djebel Gharian. On remarque, en particulier, que la ligne de crête est déterminée par une puissante assise de calcaires siliceux qui forme dans la région du djebel Fassato une sorte de dôme.

Au point de vue de la structure générale de la Tripolitaine on peut considérer dans cette province deux massifs élevés : *le plateau occidental* dont les altitudes sont comprises entre 300 et 800 m. et *le plateau oriental* ou de Barka (Cyrénaïque) de même altitude moyenne. Je relève sur la figure 19 les différentes altitudes données par un grand nombre d'explorateurs, et l'on voit que les chiffres se maintiennent avec une constance remarquable sur les points les plus éloignés de ces plateaux. Il y a donc là deux unités fondamentales qui ont été disloquées plus tard par des effondrements ou des affaissements.

La falaise du djebel Nefousa est la ligne directrice d'une grande ligne de fracture E. W. qui limite au N. le plateau occidental et le plateau oriental. La partie nord de ces deux plateaux

Coupes en Tripolitaine.

Mètres	DJEBEL GHARIAN	DJEBEL MONTEROUS, TRACET ou TEKOUT	DJEBEL YEFFREN	DJEBEL FASSATO. PROFIL CHEKCHOUK MEZROUR	DJEBEL BEDERN	KABAO à TAMZIN	DJEBEL OCCIDENTAL
800		e					
700		i		Gypse			
	Calcaires siliceux formant parois		Calcaires siliceux	Calcaires siliceux gris		Calcaires poreux friables	
				Gypse blanc compact		Gypse et grès	
				Schistes argileux rouges et gypse		Calcaires	
600				Grès gris en bancs		Gypse et grès jaunes	
500	Gypse et marnes bigarrées	h	Marnes, calcaires, gypse	Gypse blanc	Calcaires siliceux	Calcaires siliceux	Calcaires siliceux
	Calcaires dolomitiques		Calcaires dolomitiques en bancs	Schistes argileux	Gypse		Couches à <i>Cyphosoma</i> et <i>Echinobrissus djelfensis</i> (Santonien)
	Grès siliceux et marnes rouges et vertes riches en hématite		Grès bigarrés, argiles, gypse (hématite)	rouges	Grès friables blancs			Marnes et grès
400				Grès jaunes	Calcaires gréseux	Argillites et gypse	
300	Calcaires, marnes	P		Gypse et concrétions ferrugineuses	Grès siliceux		Grès rouges
	Porphyrite			Grès friables	Grès quartzeux avec amas à hématite		Grès et gypse
				Grès et lignite	Calcaires et grès		Marnes bigarrées
				Grès argileux			
				Gypse			

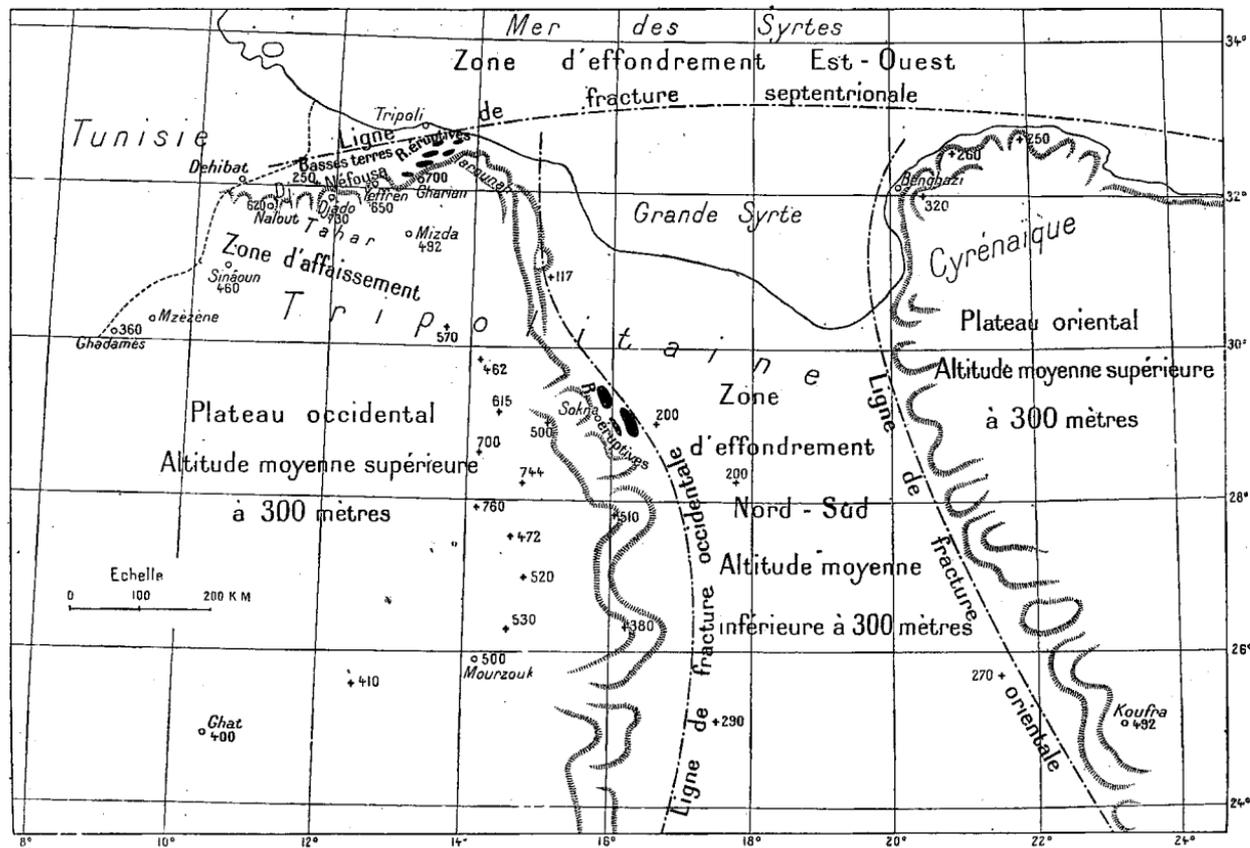


FIG. 19. — ESSAI DE SYNTHÈSE DES GRANDES LIGNES TECTONIQUES DE LA TRIPOLITAINE.

s'est effondrée pour former la mer des Syrtes. Ensuite l'érosion quaternaire a fait reculer dans le plateau occidental le bord de la fracture, ce qui a provoqué la structure actuelle en gradins. C'est pour cela qu'aujourd'hui, l'on ne peut constater une coupure nette et tranchée du plateau.

Mais l'immense plateau occidental a été séparé à son tour du plateau de la Cyrénaïque par un *second effondrement* de direction N. S. Là encore, les cotes indiquées sur la figure, permettent de tracer avec précision les deux lignes de fracture, l'une occidentale, l'autre orientale. La partie nord de cette zone d'effondrement N. S. a donné naissance au golfe de la Grande Syrte.

Les deux murs des failles tracées sont ici très aplanis par les érosions, mais ils peuvent se suivre néanmoins avec beaucoup de facilité.

Le long de ces grandes lignes de fracture, se sont épanchées des roches éruptives. Sur la ligne de fracture E. W. les porphyres ont traversé le Crétacé du Tarounah et du djebel Gharian, tandis que des basaltes forment les montagnes noires¹ situées près de Sokna, c'est-à-dire sur la ligne de fracture occidentale du grand effondrement N. S.²

Comme dernière dislocation, de faible amplitude celle-là, il convient de rappeler le tassement de la partie sud du grand plateau occidental, tassement postérieur au creusement des oueds et par suite de date récente.

Ainsi, on voit que l'aspect actuel de la Tripolitaine est dû uniquement au morcellement d'un vaste plateau crétacé (ou tout au moins en grande partie de cet âge) à l'Ouest, crétacé et tertiaire³ à l'Est. Seuls les effondrements, suivis d'épanchements éruptifs, conséquences du premier phénomène, ont donné naissance aux massifs montagneux de cette vaste colonie.

Il reste encore beaucoup à découvrir dans ce pays, pour arriver à une connaissance parfaite de sa structure géologique, mais si les quelques observations, bien incomplètes, recueillies au cours de ma mission peuvent faciliter des recherches ultérieures, je serai heureux d'avoir pu contribuer, sans doute pour une bien faible part, à l'éclaircissement de l'un des grands problèmes de la géologie africaine.

1. DUVEYRIER. Les Touareg du Nord.

2. J'ai déjà esquissé ailleurs les grandes lignes de la structure de la Tripolitaine. Voir : BERNET, En Tripolitaine, Fontemoing et C^{ie}, Paris, 1912, pages : 188-222-223.

3. L. PERVINQUIÈRE. Sur la géologie de l'Extrême-Sud de la Tunisie et de quelques points de la Tripolitaine, *C. R. somm. S. G. F.*, 18 mars 1912.

ÉTUDES SUR LES LANDES DE GASCOGNE

PAR Édouard Harlé ¹

LA SOI-DISANT « PÉNÉPLAINE LANDAISE » DE GASCOGNE

Des auteurs qui écrivent sur les Landes de Gascogne, les qualifient de : *pénéplaine landaise*. J'ignore sur quelles raisons ils basent le choix de cette expression. Elle signifie que l'action des intempéries et celle des cours d'eau, ont supprimé tout relief et transformé le pays en une plaine presque horizontale : en d'autres termes, que le modelé du pays est arrivé au dernier degré, qu'il est extrêmement vieux. Je crois, au contraire, qu'il est jeune.

Et d'abord, la plaine landaise est loin d'être horizontale. Dans la direction perpendiculaire à la mer, elle s'élève, sur une distance d'une centaine de kilomètres, depuis le niveau de la mer, jusqu'à plus de 150 m., et cette inclinaison n'est même pas uniforme, car, à 30 km. seulement de la mer, à Solférino et à l'Ouest de Lалуque, l'altitude atteint déjà 89 m. et 91 m. Le voyageur qui, transversalement à cette direction, va de Bordeaux à Bayonne par le chemin de fer, s'élève depuis le niveau de la mer (Bordeaux), jusqu'à la cote 61 m. (Croix d'Hins), puis descend jusqu'à la mer (Lamothe), pour s'élever ensuite à 83 m. (Solférino) et, après un long parcours à une altitude presque aussi grande, redescendre près du niveau de la mer (Dax). A une dizaine de km. à l'Est de Rion (au Nord-Est de Dax), le Moulin du Grand Jouan est coté, sur la carte de l'État-Major, 28 m., tandis que, tout près, le bord d'un plateau, au lieu dit Nous, est coté 87 m. : c'est une différence de niveau d'environ 60 m. sur une distance de 1 km. Il s'en faut donc que les Landes soient absolument plates et horizontales.

L'immense surface des Landes n'est découpée que par un très petit nombre de vallées, éloignées les unes des autres, dont aucune n'est large et dont les plus profondes (ordinairement d'une vingtaine de mètres) sont presque partout étroites, à talus raides, avec ruisseau à courant rapide. Ces caractères sont ceux d'un pays dont le modelé est à ses débuts. Il reste encore à creuser ces vallées, à les élargir, à les multiplier en disséquant

1. Notes présentées à la séance du 4 novembre 1912.

toute la plaine d'un réseau serré et à la transformer ainsi en de nombreux coteaux, destinés eux-mêmes à être abaissés et enlevés peu à peu. C'est seulement quand ce grand travail sera parachevé et quand tout aura été déblayé presque au niveau de la mer, que ce pays sera une *pénéplaine*. Braun a eu bien raison de qualifier les vallées des Landes de jeunes ¹.

Ce caractère de jeunesse semble d'autant plus frappant que le sable, qui constitue les Landes, est facile à creuser et à entraîner. Mais ce sable est singulièrement résistant à toutes les autres causes d'enlèvement : l'eau ne le dissout presque pas ; les réactions chimiques ne peuvent guère l'attaquer ; il n'est altéré ni par l'action du soleil, ni par celle de la gelée ; il ne donne pas de limon et les cours d'eau qui le parcourent ne sont colorés, même en forte crue, que par la décomposition des végétaux. Le modelé des Landes est donc peut-être moins récent qu'on le supposerait au premier abord.

Les Landes sont parsemées, localement, de petites dunes (signalées par de Borda, Durégné, Welsch et d'autres) que le vent continental du Sud et du Sud-Ouest a contribué à former (ainsi que Durégné l'a déjà observé ²) et dont beaucoup ont été remaniées par le vent d'Ouest, venu de la mer. J'ai montré, dans ma communication du 17 juin, que ces dunes, ou au moins un grand nombre d'entre elles, ont été créées, les unes aux dépens de la plaine, les autres aux dépens des berges et du fond des vallées, pendant la période de climat sec de la fin du Quaternaire, le Magdalénien ³. Ceci tend à faire supposer que, d'une manière générale, le modelé actuel des Landes sur lequel reposent ces dunes, est plus ancien.

1. GUSTAV BRAUN. Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. *Veröff. Inst. Meereskunde*, Berlin, 15 Juli 1911, p. 46.

2. DURÉGNÉ. Sur les dunes continentales du Sud-Ouest. *Actes Soc. linnéenne de Bordeaux*, t. 50, p. XLVI, Séance du 17 juin 1896.

3. ÉDOUARD HARLÉ. Age des dunes de l'intérieur de la Gascogne. *C. R. somm. S. G. F.*, 17 juin 1912, p. 120. Elles n'ont pu en effet être formées aux dépens du sol avec la végétation qui résulte du climat humide actuel. Beaucoup ont été ensuite remaniées par le vent d'Ouest, suivant le mode que j'ai décrit dans ma note : « Dunes parallèles au vent sur la côte de Gascogne », *C. R. somm. S. G. F.*, 19 février 1912, p. 34 (voir le renvoi à la fin de ma note ci-après : Ancien lit de l'Adour...). J'ai constaté que la surface de plusieurs de nos dunes continentales, ainsi creusées par le vent, était, déjà avant ce remaniement, munie d'une couche d'*alios*, c'est-à-dire de sable agglutiné par la décomposition des végétaux, ce qui prouve que le climat n'était plus désertique (par exemple, au remaniement situé un peu au Sud du chemin de fer d'Ychoux à Pissos, km. 10,0). Les remaniements, suivant ce mode, datent de la transition du Quaternaire aux temps actuels, quand la végétation a commencé à se développer, et beaucoup sont même plus récents, surtout dans nos dunes littorales.

ANCIEN LIT DE L'ADOUR A SON DÉBOUCHÉ DANS LA MER

L'Adour se jette dans la mer au droit de Bayonne, à 5 km. de cette ville, mais de nombreux auteurs ont démontré surabondamment, par d'anciens documents d'archives, qu'au xvi^e siècle et avant, il se déviait vers le Nord, en aval de Bayonne, pour aller déboucher tantôt à Capbreton, tantôt à Vieux-Boucau¹. L'Adour parcourait ainsi tantôt 16, tantôt 30 km., parallèlement à la côte dont il n'était séparé que par une langue de sable couverte de dunes littorales. L'emplacement du débouché actuel était occupé par une accumulation de sable. La déviation cessa le 28 octobre 1578, quand l'ingénieur Louis de Foix réussit à percer cet obstacle. La célèbre carte de Cassini, dressée un siècle et demi plus tard, figure la déviation jusqu'à Vieux-Boucau, avec la désignation : « Ancien lit de l'Adour² ».

On ignore où débouchait l'Adour au temps de l'Empire romain³, mais une observation qu'il m'a été donné de faire, prouve peut-être que la déviation s'est déjà produite à une époque très ancienne :

A 1 km. au Nord du bourg de Capbreton, aussitôt au Nord du lieu dit Bonhomme, on exploite, à droite de la route d'Hossegort, une assez importante carrière de gravier. Cette carrière est à 1 km. et demi de la mer. Elle est à l'emplacement de l'ancien lit de l'Adour du xvi^e siècle ou à côté.

La surface du gravier est horizontale. Elle est à 2 mètres environ au-dessus des hautes mers.

Le gravier contient de nombreux cailloux gros comme le poing, quelques-uns même aussi gros que la tête d'un enfant. Les cailloux ont un aspect pyrénéen. Ceux de granite et surtout d'ophite sont en pro-

1. Voir surtout : SAINT-JOURS. Port d'Albret, l'Adour ancien et le littoral des Landes, 1900.

2. Le fait que l'Adour a débouché récemment à Capbreton et même au delà, à Vieux-Boucau, paraît si extraordinaire, que je crois devoir reproduire l'un des nombreux textes qui le démontrent.

Les habitants de Bayonne ayant empêché, par la force des armes, ceux de Capbreton de décharger quelques navires, parce que, d'après eux, tous les navires devaient continuer jusqu'à Bayonne, Louis XII leur donna raison, par lettres patentes du 6 février 1511, où il est dit :

« la dicte ville de Baionne estre... assize sur rivières navigables, l'une nommée l'Adour... à laquelle se viennent joindre les rivières de Gaue et de la Bidouze... se joignant toutes à la rivière du Nibe et vont entrer en la grant mer au lieu appelé le Boucault, qui est distant de la dicte ville de sept lieues. Par l'entrée duquel Boucault viennent et ont accoustumé venir les grandz navirés de marchandises en la dicte ville et cité de Baionne. » (*Arch. Mun. Bayonne*, AA. 3, P. 320).

Je remercie M. Graziani, archiviste de la ville de Bayonne, de m'avoir montré plusieurs anciens plans et textes tout à fait probants.

3. CAMILLE JULLIAN. Notes sur Lucain géographe. *Revue des Études anciennes*, Bordeaux, 1910, p. 167 : Fait observer qu'un passage du poète Lucain, qui vivait au 1^{er} siècle, peut signifier que, déjà à cette époque, l'Adour se déviait vers Capbreton (*Aturi... littore curvo*).

portion notable. J'ai bien observé de nombreux cailloux sur la plage de l'Océan, depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'à celle de l'Adour, et, parmi eux, beaucoup de gros volume, et beaucoup d'aspect pyrénéen, mais j'en ai vu très peu de granite et pas d'ophite. Les Landes ne contiennent d'ailleurs pas de cailloux aussi gros, ni de cette nature¹.

Ces diverses particularités me font penser que ce gravier a été peut-être déposé par l'Adour. A quelle époque ?

Les cailloux et le sable qui le constituent sont plus décomposés que ceux de la terrasse à *Elephas primigenius* de la vallée de la Garonne, près de Toulouse, que je connais bien. Ce gravier est donc ancien, probablement quaternaire.

J'ai observé que certains de ses cailloux (surtout, m'a-t-il semblé, parmi ceux voisins de la surface) sont à facettes comme les *Dreikanter* des Allemands.

Le lit de l'Adour est encore marqué actuellement, sur une grande partie de sa déviation, par une sorte de vallée, et cette dépression se prolonge vers le Nord, à une dizaine de kilomètres au delà de Vieux-Boucau, jusqu'à Messanges et Moliets, non loin de Léon. La déviation de l'Adour a donc été plus grande encore qu'au XVI^e siècle.

L'écoulement de l'Adour vers le Nord a protégé les dunes situées à l'Est contre l'envahissement par des dunes plus récentes. Il les a défendues contre l'apport du sable de la mer, ce qui a amené la transformation de ces dunes, d'abord parallèles à la mer, en dunes paraboliques, à branches perpendiculaires à la mer, suivant le mode que j'ai décrit dans ma communication du 19 février 1912². C'est pour cela que, sur les 40 km. de la bande

1. Toute hypothèse sur la formation du Sable des Landes doit tenir compte de ce fait qu'il ne contient pas de gros cailloux, à la différence des alluvions de nos fleuves pyrénéens et du sable de la plage de l'Océan.

2. ÉDOUARD HARLÉ. Dunes parallèles au vent sur la côte de Gascogne. *CR. somm. S. G. F.*, 19 février 1912, p. 34 : Lorsqu'une dune commence à être consolidée par végétation, le vent ne peut plus l'attaquer que localement. Souvent, dès qu'il a entamé la surface en un point, il creuse et, dans cette excavation, il attaque en avant et latéralement, retroussant le sable sur l'avant et les côtés, et il édifie ainsi une sorte de parabole dont les branches sont parallèles au vent. La suppression de l'apport du sable de la mer favorise cette transformation parce qu'elle favorise la végétation. L'herbe, en touffes très écartées, le *gourbet* ne suffit pas.

Ce genre d'excavations est désigné dans les ouvrages allemands sous le nom de *Windmulde*, qui signifie *vallon en forme de jatte, creusé par le vent*. J'ai entendu les habitants du pays de Born, dans les Landes (Sainte-Eulalie, Biscarrosse), qui en ont remarqué de bons exemples dans leurs dunes continentales, lui appliquer le mot de *caoudeyre*, dont le sens, dans leur idiome gascon, est *chaudière*, ou plus exactement, *marmite*. Cette expression mérite d'être adoptée.

Il existe, dans les Landes, de grandes caoudeyres, non seulement par attaque des dunes littorales de l'Océan, mais aussi par celle des dunes continentales. Ainsi la caoudeyre de la Fontaine des Sorcières, tout près de Nous, à l'Est de Rion, est longue de plus de 1000 mètres (Ouest-Est) et large de 350 mètres, avec un creux variable (suivant la hauteur des bords) de 8 à 15 mètres. D'autres, parmi

littorale de dunes situés au Sud de Léon, les dunes paraboliques, anciennement boisées, type Durégne et variantes, occupent une surface deux fois plus grande que sur les 187 km. qui sont au Nord de ce point, c'est-à-dire, proportionnellement, une surface presque décuple.

La première formation de ces dunes doit être antérieure à la déviation de l'Adour qui a barré l'accès du sable venu de la mer.

J'ajoute que, à l'Est de l'ancien lit, partie de Vieux-Boucau à Messanges, le massif de dunes qui s'étend jusque près d'Azur, m'a donné plusieurs beaux exemples de cette transformation. On y voit des dunes Nord-Sud qui ont été attaquées localement par le vent d'Ouest, avec, comme phase dernière, de grandes paraboles, disposées côte à côte, et formant ainsi des lignes Nord-Sud comme les dunes dont elles proviennent (les cartes de cette partie sont erronées.)

Le gravier, très ancien, de Bonhomme, près de Capbreton, ne s'élevant guère au-dessus de la mer, on doit conclure que, lorsqu'il a été déposé, le niveau relatif de la mer et des terres était le même que maintenant.

nos caoudeyres, ont au contraire quelques mètres seulement de longueur et d'autres sont de grandeurs intermédiaires. Telle de nos caoudeyres a entamé à peine sa dune, telle autre l'a complètement bouleversée.

Le sommet, ou *tête*, d'un certain nombre de nos caoudeyres a été crevé par le vent qui les a formées. Leurs deux branches sont alors séparées. Les caoudeyres ayant ainsi un dégorgeement sont assez nombreuses. J'en ai vu plusieurs à deux dégorgeements, par exemple celle qui est un peu au Nord de la bifurcation des routes de Dax à Bayonne et de Magescq. J'en connais même une, de 300 mètres de long sur 150 mètres de large, située entre Liposthey et Pissos, à l'Est d'Ychoux dont la tête a quatre dégorgeements (au Sud du chemin de fer, km. 10,0 : je l'ai déjà citée pour son *alios*).

Nos grandes dunes paraboliques de la bande de dunes qui longe l'Océan, ont d'abord été remarquées, en 1890, par Durégne, qui a publié à leur sujet des travaux nombreux et intéressants. Braun, en 1911 (*L. C.*), les a assimilées à celles de la côte de l'Allemagne, qu'il a expliquées par une transformation analogue à celle que je viens d'exposer, mais différente. D'après lui, les files de dunes s'émiettent en dunes isolées, dont chacune prend une forme de croissant, les pointes en avant ; — puis la végétation envahit le pied de ces dunes isolées, sur une certaine hauteur, mais en laissant le sommet nu et, par conséquent, libre de se déplacer, d'où résulte que ces dunes prennent une forme de croissant inverse, c'est-à-dire les pointes en arrière. Les observations intéressantes qui m'ont été communiquées verbalement par Grandjean font penser que la théorie de Braun a été partiellement réalisée entre le Bassin d'Arcachon et l'étang de Lacanau.

Telle de nos dunes a d'ailleurs marché en abandonnant latéralement, de part et d'autre, une longue et basse éminence, qui est son pied, que sa végétation ou celle de la plaine a empêché de suivre le mouvement. La dune a pris ainsi la forme d'une parabole dont la tête, de gros volume, est la masse même de la dune. J'en ai vu plusieurs exemples, notamment parmi les dunes continentales près de Luluque. On conçoit qu'il y ait des transitions entre ce mode et celui par caoudeyres.

(Voir le renvoi à la fin de ma note ci-dessus : La soi-disant Pénéplaine landaise).

CLASSIFICATION DES LAMELLIBRANCHES

PAR **Henri Douvillé**¹.

SOMMAIRE. — *Historique et résumé de quelques travaux antérieurs* (Neumayr, Munier-Chalmas, Bernard, Dall, Pelseeneer). — *Caractères de la coquille* : développement et nature du test, importance du test nacré ; développement du ligament ; forme de la coquille, disposition des muscles et de l'impression palléale, constitution de la charnière. — *Classification* (p. 435) : elle doit être fondée sur les caractères statifs ; les caractères évolutifs et adaptatifs n'ont qu'une importance de second ordre. — *Formes primitives nacrées* : normales (Taxodontes), fixées (Dysodontes), cavicoles (Desmodontes). — *Taxodontes* (p. 438), *Paléoconques (pro parte) Préhétérodontes* (p. 444). — *Hétérodontes*, du type lucinoïde (p. 447) : Macridés, Rudistes (dérivent de *Cardium*), Chamidés (dérivent de *Corbis*). — *Hétérodontes*, du type cyrénoïde (p. 454). — *Dysodontes* (p. 460) : Plérinéidés, Arcidés, Mytilidés. — *Desmodontes* (p. 464). — *Tableau résumant la classification*.

Les classifications ne sont en général que des vues de l'esprit ; une seule correspond à une réalité, c'est celle qui reproduit l'ordre de succession des êtres dans le temps, c'est la classification phylogénique. Son établissement se heurte à de grosses difficultés : elle ne peut être fondée que sur l'étude des animaux fossiles, et ceux-ci ne sont connus que d'une manière incomplète. Malgré cela, les caractères que nous fournissent les parties conservées sont souvent assez nombreux et assez nets pour permettre de reconnaître les enchaînements des animaux auxquels elles appartiennent ; il semble bien en particulier que les Lamellibranches réalisent ces conditions. On conçoit du reste que pour atteindre le but très précis que je viens d'indiquer, il est indispensable de tenir compte de tous les caractères que présentent les fossiles et d'évaluer leur degré d'importance.

Le premier essai de classification fondée sur les caractères de la coquille est dû à Neumayr qui en 1883² propose les divisions suivantes :

1° ANISOMYAIRES, caractérisés par l'inégalité des muscles, et constituant l'ordre des *Dysodontes*.

2° HOMOMYAIRES, ayant deux muscles de même importance et comprenant trois groupes :

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. *Sitzber. K. Akad. d. Wissensch.* Wien, 1883.

Ordre des *Hétérodontes* présentant des dents peu nombreuses et de deux sortes, des cardinales et des latérales.

Ordre des *Taxodontes*, ayant des dents très nombreuses (correspondant aux Arcidés et aux Nuculidés).

Ordre des *Desmodontes*, comprenant les types fousseurs ou cavicoles, où le ligament prend une grande importance (Pholadomyes, Myes, Soleñ, etc.).

3° PALÉOCONQUES, ou formes anciennes, considérées comme primitives, et à charnière mal connue (ordre des *Cryptodontes*).

De ce dernier groupe dériveraient les Desmodontes et les Taxodontes, ainsi que le groupe un peu spécial des Trigonidés, tandis que les Taxodontes donneraient naissance aux Hétérodontes et aux Dysodontes.

En 1890, Steinmann et Döderlein ¹ admettent cette classification, mais ajoutent un ordre spécial, celui des *Schizodontes* pour le groupe des Trigonidés.

La charnière joue dans cette classification un rôle important ; elle a été l'objet d'un grand nombre de travaux, parmi lesquels il faut citer spécialement ceux de Munier-Chalmas ² et de Bernard ³ ; Le premier étudie le développement de la charnière dans les Hétérodontes et en particulier dans les Cyrènes : les dents latérales lamelliformes qui existent sur chaque valve, en avant et en arrière, alternent d'une valve à l'autre, de sorte que la dent la plus intérieure est toujours sur la valve droite. En les numérotant de l'intérieur vers l'extérieur, les dents de la valve droite seront désignées par les chiffres impairs I et III et celles de la valve gauche par les chiffres II et IV. Les dents cardinales se développent sur le prolongement des latérales antérieures et peuvent être numérotées de même, les dents impaires sur la valve droite, les dents paires sur la valve gauche.

Ces recherches ont été poursuivies par Bernard qui a modifié la notation des cardinales : elles se groupent par deux, formant une sorte de chevron ; les branches antérieures et postérieures reçoivent les notations *a* et *b* ; on distingue ainsi les dents *4a-4b*,

1. Elemente der Paläontologie, p. 250.

2. Note préliminaire sur le développement de la charnière chez les Mollusques acéphales, présentée à la Société géologique le 18 février 1895 et imprimée à part ; voir également BERNARD, *Traité de Paléontologie*, p. 540 et suivantes, 1895.

3. *B. S. G. F.*, (3^e), XXIII, p. 104, 1895 ; — *Id.*, XXIV, p. 53 et p. 412, 1896 ; — *Id.*, XXV, p. 559, 1897. — Recherches ontogéniques et morphologiques sur la coquille des Lamellibranches, première partie : Taxodontes et Anisomyaires. *Annales des Sciences naturelles, Zool.*, VIII, pp. 1-208, pl. 1-xii, 1899.

3a-3b, 2a-2b et 1. La formule générale de la charnière peut dès lors s'écrire ainsi :

$$A \frac{I, III}{II, IV} + \frac{1, 3 ab}{2 ab, 4 ab} + P \frac{I, III}{II, IV}$$

Mais toutes les dents n'existent pas à la fois : Bernard distingue dans les Hétérodontes, deux types de charnière, le type lucinoïde à deux cardinales sur chaque valve, auquel appartiennent par exemple les Astartes $(A \frac{I, III}{II} + \frac{3 ab}{2, 4 b} + P \frac{III}{II})$ et le type cyrénoïde caractérisé par l'apparition de la dent 1, et par suite par trois cardinales ; c'est à ce second groupe qu'appartiennent les Corbicules $(A \frac{I, III}{II} + \frac{1, 3 ab}{2 ab, 4 ab} + P \frac{I, III}{II})$. L'auteur a étudié avec beaucoup de détails la constitution et le développement de la charnière non seulement dans les Hétérodontes, mais aussi dans les Desmodontes, qu'il rattache aux précédents, puis dans les Taxodontes, et enfin dans les Anisomyaires dont il signale les rapports étroits avec les Taxodontes.

On a vu le rôle important que jouent les Paléoconques dans la classification de Neumayr, il les considère comme la souche d'où dérivent toutes les autres formes. A l'époque où a paru son premier travail, la charnière de ces formes n'était pas connue, d'où le nom de Cryptodontes ; mais peu après, en 1887, Conrath¹ décrivait et figurait la charnière de plusieurs de ces Paléoconques, *Antipleura*, *Dualina*, *Prælucina*, *Præcardium*, *Pleurodonta*. Neumayr de son côté continuait ses études, malheureusement interrompues trop tôt par la mort, et son travail, laissé incomplet, était publié un peu après par Suess². Il n'est pas possible d'adopter complètement sa manière de voir ; les Paléoconques de Neumayr constituent en réalité un groupe très étendu et manifestement hétérogène : toute une série de formes comme les Protomyidés, Solénopsidés, doivent être rattachées aux Desmodontes, les Daonellidés sont des Anisomyaires, les Antipleuridés et les Vlastidés sont des Pleuroconques déformés et il reste les deux groupes principaux des Cardiolidés et des Précardiidés sur lesquels je reviendrai plus tard, et qui ne peuvent vraisemblablement pas être considérés comme des formes primitives. Les Lunulicardiidés forment une famille à part, dont Neumayr rapproche avec raison les Conocardiidés, mais il est tout à fait impossible

1. Ueber einige silurische Pelecypoden. *Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch.*, année 1887.

2. Beitr. z. einer morphologischen Eintheilung der Bivalven. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch.*, vol. LVIII, Vienne, 1891.

d'admettre comme lui une parenté avec les *Lithocardium* : on ne peut voir là qu'une analogie de forme, un simple fait de convergence.

Les Desmodontes pour Neumayr remontent au Trias seulement, avec *Homomya* et *Pleuromya* ; l'analogie de *Mya* avec *Corbula* est signalée.

Les Taxodontes sont divisés en Nuculidés nacrés et Arcidés non nacrés ; leur charnière ressemble beaucoup à celle des Præcardiidés (le fait que dans ces derniers les dents se prolongent dans les couches externes, tient à la minceur de ces couches et ce caractère différentiel n'a qu'une valeur très relative), il serait donc vraisemblable que les Taxodontes dérivent des Paléoconques, mais comme ceux-ci n'apparaissent que plus tard, Neumayr est forcé d'admettre que les Paléoconques aujourd'hui connus, ne sont que les descendants restés stationnaires, de formes souches dont seraient dérivés les Taxodontes du Silurien moyen. Il serait vraiment bien plus simple de faire dériver les Paléoconques des Taxodontes ; de même le rattachement des Desmodontes aux Paléoconques tient surtout à ce que Neumayr a placé dans les Paléoconques des Desmodontes typiques.

Le passage des Taxodontes aux Hétérodontes est bien indiqué ; je chercherai plus loin à le préciser davantage. La distinction entre les cardinales et les latérales n'est pas nettement définie. Nous verrons également que le rapprochement qu'il a voulu faire entre les Trigonidés et les Unionidés ne semble pas pouvoir être maintenu.

L'étude des Anisomyaires est restée incomplète.

Plus récemment M. Dall¹ a proposé une nouvelle classification des Lamellibranches dans laquelle il adopte en partie les idées de Neumayr. Son ordre des *PRIONODESMACEA* comprend les *Paléoconques*, les *Taxodontes*, les *Schizodontes*, dans lesquels il fait rentrer une partie des *Dysodontes* (Ptérinées, *Lunulicardium*, *Conocardium*, *Monotis*, *Daonella*, *Vulsella*, *Ostrea*, *Eligmus*, etc.), les *Naïades* (où il réunit les Cardiniidés, les *Megalodon* et les Unionidés), les Trigoniidés, les *Isodontes* de Fischer (*Pecten*, *Spondyles*, *Limes*, etc.) et enfin les *Dysodontes* proprement dits (où il réunit les Mytilidés et les Dreysensiidés). Son deuxième ordre, celui des *ANOMALODESMACEA* comprend la plus grande partie des Desmodontés. Le troisième, les *TELEODESMACEA*, corres-

1. Tertiary Mollusks of Florida, part III. *Trans. of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia*, vol. 3, part. III, 1895. Textbook of Paleontology by K. VON ZITTEL, translated and edited by CH. R. EASTMAN, 1900.

pond à peu près aux Hétérodontes, divisés en *Pantodonta* (formes anciennes ayant plus de deux latérales), *Diogenodonta* comprenant la plus grande partie des Hétérodontes typiques, à l'exception des Cardiidés qui constituent avec les Isocardes un groupe à part, les *Cyclodonta* ; dans un quatrième groupe, celui des *Teleodonta*, sont groupés les sinupalléales à charnière, Vénéridés, Tellinidés, Solénidés et Mactridés ; tandis que les *Asthenodonta* comprennent les sinupalléales sans charnière, Myes, Corbules, Gastrochènes et Pholades. Cette classification présente des rapprochements intéressants, mais il en est beaucoup qui paraissent artificiels, et fondés seulement sur des caractères d'ordre secondaire, ainsi les *Dreysensia* sont certainement très différents des Mytilidés ; il semble bien peu naturel de mettre dans un même ordre des Aviculidés, des Ostréidés, des Mégalodontidés, des Unionidés et des Trigonidés ; il est bien difficile également d'admettre le rapprochement des Vénéridés et des Solénidés, l'allongement des siphons n'étant en réalité que le résultat d'une adaptation à un mode de vie particulier.

La classification proposée récemment par Pelseneer¹ est fondée sur l'étude de la branchie ; l'auteur admet, pour point de départ, que « l'évolution de la branchie peut être considérée comme symbolisant l'évolution phylogénique des Lamellibranches ». Les caractères tirés de cet organe sont bien certainement des caractères évolutifs, mais comme nous le verrons plus loin, leur valeur phylogénique est très douteuse ; les différents rameaux évoluent en effet d'une manière analogue, et ils doivent présenter la même succession de caractères ; ceux-ci ne peuvent donc permettre de reconstituer les rameaux. Et en effet, les enchaînements proposés par Pelseneer semblent peu satisfaisants ; c'est ainsi qu'il fait dériver les Astartidés des Mytilidés, les Unionidés des Astartidés, les Cardiidés des Cyprinidés. De telles conséquences ne peuvent qu'infirmes l'hypothèse première. J'ajouterai que l'auteur ne semble pas avoir tenu un compte suffisant des données paléontologiques, qui sont cependant de première importance dans les recherches phylogéniques.

Il résulte de l'examen rapide que je viens de faire, que la classification phylogénique des Lamellibranches ne peut être considérée comme réalisée. On peut, je crois, s'en rapprocher

1. Siboga-Expeditie. Les Lamellibranches de l'expédition du Siboga, déc. 1911 ; Leiden.

davantage en examinant de plus près les données paléontologiques acquises aujourd'hui. Mais avant tout, il est nécessaire de se rendre compte de la valeur et de la signification des différents caractères utilisés dans les classifications. Je vais donc passer en revue successivement ceux qui sont fournis par la croissance de la coquille et par la nature du test, par le développement du ligament, par la forme générale de la coquille, par la disposition des muscles et de l'impression palléale, enfin par la constitution de l'appareil cardinal.

DÉVELOPPEMENT ET NATURE DU TEST

Le développement du test a été étudié par divers auteurs et notamment par Tycho Tullberg¹ : on sait que la coquille est recouverte par une couche mince de tissu élastique que l'on appelle quelquefois improprement l'épiderme ; c'est le *péριοστράκον* formé de conchyoline. Cette couche se recourbe au bord de la coquille, et vient s'insérer dans un repli de la face interne du bord du manteau ; c'est là qu'elle se forme et, semble-t-il, par une simple concrétion du mucus sécrété par ce dernier. Dans les périodes de croissance, le bord du manteau s'allonge, repoussant devant lui le péριοστράκον ; le mucus s'accumule dans la cavité délimitée par cette membrane élastique et la surface externe du manteau ; il s'y forme des granules de carbonate de calcium qui grossissent peu à peu, arrivent au contact, et constituent ainsi des prismes polygonaux séparés par de minces lamelles de mucus concrété, c'est-à-dire de conchyoline ; ainsi se forment les couches externes à texture prismatique. Le reste de la surface du manteau sécrète également du calcaire, mais sous forme de minces lamelles superposées, plus ou moins imprégnées de conchyoline ; ce sont les couches internes du test tantôt nacrés, tantôt porcelanées² ; il semble que la différence d'éclat qu'elles présentent dans ces deux cas, tient surtout à la minceur des couches du dépôt et des lames de conchyoline interposées.

Fischer et Neumayr ont attaché une grande importance à la nature du test ; pour le premier, c'est un caractère qui est constant dans chaque groupe ; et le second mentionne expressément que les Hétérodontes ne sont pas nacrés et il place dans un

1. Studien über dem Bau und das Wachstum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. *Mem. Acad. Sciences de Suède*, vol. 19, n° 3, 1882.

2. On sait que la porcelaine tire précisément son nom de l'analogie d'aspect qu'elle présente avec certaines coquilles de ce nom.

groupe à part les formes nacrées comme les Unios et les Trigoniens. Mais on peut aller plus loin, les formes primitives, Nuculidés, Aviculidés, Mytilidés, Pholadomyidés, Pleuromyces, sont nacrées, tandis que les formes qui en dérivent, Arcidés, Pectinidés, Limidés, Ostréidés, Panopées, ont le test porcelané. C'est donc là un caractère d'évolution, et les formes nacrées devront être considérées comme plus primitives que les autres, en tout cas comme moins évoluées.

L'ornementation des couches externes est un caractère dont il faut aussi tenir compte, et particulièrement celle qui est constituée par des côtes rayonnantes ; elle est constante dans certains groupes ; ainsi dans les Arcidés elle se maintient sans grandes modifications, et elle ne s'atténue guère que dans certaines formes dérivées comme les Pétoncles qui deviennent lisses ; de même dans les Limidés où elle s'atténue également beaucoup chez les Plagiostomes. Elle caractérise la plus grande partie des Pectens, les formes lisses ne constituant qu'un groupe subordonné. Les Astartes et les formes qui en dérivent comme les Crassatelles sont lisses, mais il existe deux groupes dérivés qui sont côtelés, les *Palæocardita* du Trias et de l'Infralias, et les *Cardita* qui n'apparaissent guère que dans le Crétacé supérieur. Les *Cardium* sont d'abord lisses, les côtes apparaissent dans l'Infralias sur la région des siphons, elles envahissent toute la surface dans le Jurassique supérieur, et ce caractère devient à peu près général jusqu'à l'époque actuelle ; il reparaît dans les Rudistes toutes les fois que les couches externes sont complètement développées, dans les *Diceras*, comme dans les Caprotines, les *Sauvagesia*, les Radiolites et les Hippurites.

DÉVELOPPEMENT DU LIGAMENT

Le ligament se relie étroitement au périostracum dont il n'est en réalité que le prolongement (Tullberg, *loc. cit.*) ; il est sécrété de même par le bord du manteau qui se prolonge dans la région dorsale où ses deux lobes sont réunis. Dans sa forme la plus simple, il est ainsi formé seulement d'une couche mince de conchyoline ; c'est la disposition qu'il présente dans les types anciens, et elle est surtout bien caractérisée dans les groupes à charnière droite comme les Ptérinéidés et les Arcidés ; il s'étend dans toute la longueur de la charnière, aussi bien du côté antérieur que du côté postérieur, il est dit alors *amphidète*. Ses lignes d'insertion successives déterminent une aréa triangulaire.

Dans les Arcidés, le ligament s'enfonce en outre dans des sillons linéaires creusés dans l'épaisseur du test : dans les formes les plus simples, on observe seulement sur l'aréa deux sillons terminaux, l'un antérieur, l'autre postérieur, mais ces sillons peuvent être beaucoup plus nombreux, et ils dessinent alors des chevrons plus ou moins complexes qui viennent croiser les insertions des lames successives de la partie principale du ligament, parallèles à la charnière.

Cette forme simple du ligament se complique bientôt par un épaissement de la partie médiane qui se charge de calcaire, c'est ce qu'on appelle le *cartilage* du ligament ; cette surépaisseur se traduit par une dépression médiane de l'aréa qui s'élargit à mesure que la coquille grandit, et qui prend ainsi une forme triangulaire. Cette disposition est bien marquée dans les Avicules ; elle se retrouve sans modifications importantes dans les formes dérivées, Limes et Huîtres, et le ligament est toujours amphidète. Les Pectinidés présentent une disposition un peu particulière, le ligament proprement dit restant linéaire et marginal, tandis que la fossette du cartilage se développe à l'intérieur de la coquille ; elle peut même se séparer complètement du ligament comme dans les Spondyles, le cartilage devient alors interne.

Le ligament peut, dans certains cas, se réduire à cette partie médiane qui occupe alors le milieu de l'appareil cardinal, c'est la *fossette primitive* de Munier-Chalmas, par laquelle le ligament débute dans les Hétérodontes, et qui persiste jusque dans l'adulte, notamment dans les Nuculidés.

Dans les Aviculidés, le côté postérieur de la coquille est habituellement plus développé que le côté opposé, et l'aréa ligamentaire avec sa dépression médiane s'infléchit du côté postérieur en devenant oblique. Cette disposition s'accroît dans les Mytilidés et le ligament présente une disposition particulière décrite par Tullberg : il se compose de trois parties, une extérieure ou postérieure qui est le prolongement du périostracum postérieur, une antérieure, prolongement du périostracum antérieur et, entre les deux, une partie moyenne formée par le cartilage. Cette partie moyenne qui est la plus importante, est dirigée en arrière du sommet de la coquille, et le ligament est dit *opisthodète*. C'est une disposition analogue que l'on rencontre dans toutes les coquilles à région dorsale arrondie : le ligament s'accroît par sa partie postérieure, et est essentiellement formé par le cartilage recouvert par le périostracum postérieur ; celui-ci s'insère dans un sillon homologue du sillon terminal postérieur des Arcidés, tandis que le cartilage est fixé sur ce qu'on appelle

les *nymphes*. Le sillon ligamentaire (*fossette secondaire* de Bernard) joue un rôle assez important, parce qu'il est conservé dans les fossiles et qu'il marque nettement le côté postérieur de la coquille. Il s'enfonce plus ou moins profondément dans le plancher cardinal, et nous verrons un peu plus loin, comme l'a fait remarquer Bernard, qu'il sépare nettement les dents latérales postérieures, des dents cardinales.

Dans certaines formes à ligament opisthodète, on constate que ce dernier peut devenir interne, c'est le cas, par exemple, pour les Crassatelles, et pour les Mactres ; mais dans ce cas, il conserve son caractère opisthodète, c'est-à-dire que la fossette qui lui correspond occupe la position du sillon ligamentaire, en arrière des dents cardinales. Elle diffère ainsi très nettement de la fossette interne des Nuculidés qui, comme je l'ai indiqué, est médiane.

Le ligament est habituellement robuste ; quand il reste court, il persiste dans toute sa longueur pendant la vie de l'animal, et maintient les sommets des deux valves à peu près en contact. Mais dans certains cas, comme dans les Arches, le ligament est mince, et sa partie réellement utile se réduit presque à des sortes de fibres insérées dans les sillons, et jusqu'à un certain point extensibles ; alors la coquille peut s'accroître dans la région dorsale, les sommets s'écartent de plus en plus, et ainsi se développe entre eux une aréa ligamentaire ; le ligament n'a alors qu'une durée éphémère, les parties anciennes se détruisent progressivement, et sont remplacées par des parties de nouvelle formation. Une disposition analogue s'observe dans les Spondyles où il se forme également une aréa, mais sur une des valves seulement, tandis que la partie interne du ligament s'accroît par son extrémité en même temps que la coquille ; ce cas s'observe également dans un grand nombre de Rudistes.

Le ligament opisthète peut aussi ne pas persister dans toute sa longueur : quand la croissance de la coquille est très rapide, le bord dorsal s'arrondit et c'est la partie terminale seule du ligament qui peut agir, c'est-à-dire la partie de nouvelle formation ; la partie plus ancienne se fissure et se détruit, permettant ainsi l'accroissement en épaisseur de la coquille en avant de l'extrémité du ligament ; les sommets des valves s'écartent alors de plus en plus l'un de l'autre comme dans les Isocardes. Cette disposition est encore bien plus accentuée dans les *Diceras* ; les valves prennent alors la forme d'une corne tordue en spirale, elles peuvent même devenir complètement coniques comme dans les Radiolites et les Hippurites ; mais alors le ligament est interne et analogue à celui des Spondyles ; il disparaît même quelquefois complètement.

Le ligament, n'étant que le développement du périostracum, est toujours en contact immédiat avec les couches externes de la coquille, et c'est sur elles qu'il vient se fixer; lorsqu'il devient interne, il entraîne avec lui un repli de ces couches externes (arête ligamentaire de certains Rudistes). Lorsqu'il a été détruit par la fossilisation, il laisse un sillon ou une cavité qui se prolonge jusqu'à l'origine de la coquille, c'est-à-dire jusqu'aux sommets des valves, ce qui ne permet pas de confondre cette dernière avec les fossettes dentaires (Crassatelle).

FORME DE LA COQUILLE, DISPOSITION DES MUSCLES ET DE L'IMPRESSION PALLÉALE

Ces divers éléments sont dans la dépendance immédiate de la manière de vivre de l'animal. On sait dans quelles conditions de remarquable simplicité s'effectuent l'alimentation et la respiration chez les Lamellibranches : sous l'action des cils vibratiles développés à la surface des organes de l'animal, il se produit un courant régulier qui amène aux branchies l'eau chargée d'oxygène, tandis que les palpes labiaux arrêtent les particules nutritives qui passent dans le voisinage de la bouche ; ce mode d'alimentation ne diffère pas de celui qu'on observe dans un grand nombre d'animaux inférieurs. Les orifices d'entrée et de sortie du courant d'eau alimentaire, sont délimités d'une manière plus ou moins nette, mais ils sont toujours nettement définis ; ils sont situés du côté postérieur, entre les deux lobes du manteau, dont les bords sont en ces points presque toujours spécialisés, et cette spécialisation se traduit par une ornementation particulière de la coquille : ces ouvertures sont appelées *siphons*, les portions correspondantes de la coquille sont les *zones siphonales*, et leur disposition fournit souvent des caractères importants. Les conditions nécessaires pour entretenir la vie de l'animal sont, comme on le voit, très simples : il suffit que le milieu qui l'entourne soit suffisamment chargé d'oxygène et de matières nutritives ; dans ces conditions, la vie de l'animal peut se continuer quelle que soit la position qu'il occupe. Il en résulte que l'animal se plie facilement à des modifications notables apportées à sa manière de vivre ; mais en même temps qu'il s'adapte à ces conditions nouvelles, sa forme se modifie plus ou moins profondément. L'étude de ces modifications est particulièrement intéressante, parce qu'elle montre jusqu'à quel point les conditions extérieures peuvent réagir sur l'animal ; le type Lamellibranche paraît être à ce point de vue d'une malléabilité remarquable, de sorte que la loi générale

d'après laquelle *les enfants sont semblables à leurs parents* ne peut s'appliquer qu'avec cette restriction, que les *conditions de vie soient restées les mêmes*. Pour les animaux supérieurs, cette restriction reste à peu près sans effet, parce que le jeune animal ne se développe pas, et meurt dès que les conditions où ils se trouvent placés subissent des modifications même légères, mais il n'en est plus de même pour les animaux inférieurs, surtout lorsque l'entretien de la vie de l'animal se fait d'une manière aussi simple que chez les Lamellibranches, et nous verrons en effet, qu'il peut se produire chez ces derniers animaux des changements assez rapides, pour que la forme des descendants soit notablement, et quelquefois même tout à fait différente de celle des parents, c'est le cas par exemple, pour les Rudistes qui se différencient avec une extrême rapidité, et qui, dès l'origine, ont perdu presque toute ressemblance avec les *Cardium* dont ils dérivent.

Normalement, les Lamellibranches rampent sur le fond de la mer, au moyen d'un pied ventral homologue de celui des Gastropodes. Il en résulte que la coquille doit être symétrique par rapport au plan vertical médian ; elle est donc équivalve. Mais en outre, les côtés antérieur et postérieur doivent pouvoir se faire équilibre, la coquille sera donc, aussi à peu près équilatérale. Ces conditions sont en effet remplies dans les animaux qui mènent une vie active. Mais si l'eau est suffisamment aérée et chargée de particules nutritives, les conditions nécessaires pour la vie de l'animal se trouvant remplies, celui-ci n'éprouve plus le besoin de se déplacer, et bientôt il s'immobilise d'une manière plus ou moins complète ; il peut le faire de plusieurs manières.

1° Il peut simplement adhérer par son pied ; celui-ci sécrète alors une matière molle, sorte de colle qui se solidifie dans l'eau, et fixe le pied sur son appui, c'est le *byssus* dont la composition est à peu près la même que celle du périostracum ; cette *fixation pédieuse* se retrouve dans les *Byssocardium*, *Tridacna*, *Byssosarca*, etc. La coquille est alors échancrée dans la région du pied, ce qui lui permet de se fermer sans abandonner son support.

On constate que dans les animaux ainsi immobilisés, la partie postérieure correspondant aux siphons se développe plus que la partie antérieure, et la coquille devient inéquilatérale, c'est le cas notamment pour les Arcidés.

2° Le byssus est formé de filaments prenant leur origine dans les glandes du pied. Dans les eaux agitées, ces filaments s'allongent et la coquille est ballottée par les courants ; leur action est plus forte sur la partie postérieure plus développée comme nous venons de le voir, et elle est dirigée à peu près suivant la ligne médiane du profil latéral de la coquille. Le byssus tend alors à se placer sur le prolongement de cette ligne et du côté opposé à la poussée, et par suite à se rapprocher du côté antérieur. Dans ce mouvement il entraîne le pied auquel il adhère et celui-ci presse sur le muscle antérieur qui fait obstacle à ce mouvement¹; cette pression du pied gêne le développement du muscle qui s'atrophie de plus en plus : de là l'inégalité des deux muscles (le postérieur étant toujours le plus développé) qui caractérise les Anisomyaires de Neumayr. L'atrophie du muscle antérieur peut même aboutir à sa disparition complète, comme on le voit dans les Monomyaires. Le pied occupant toujours la partie moyenne du corps de l'animal son déplacement du côté antérieur entraîne non seulement l'atrophie du muscle correspondant, mais encore celle de toute la partie antérieure de l'animal ; de là, la grande inégalité des deux côtés de la coquille dans les Avicules et dans les *Pecten* ; chez ces derniers, le côté antérieur n'est plus représenté que par l'aile comprise entre la charnière et l'échancrure byssale.

3° La coquille peut s'immobiliser encore plus complètement par une soudure directe à son support. Le mécanisme en est bien connu : la coquille adhère par son pied comme dans le premier cas, mais elle ne peut se maintenir droite, et elle se couche sur le côté. Au moment de la croissance, le bord de la coquille encore mou, est pris entre le pied et le support, il se moule sur ce dernier et se colle à lui par le périostracum, exactement comme le faisait le byssus dans les cas précédents. C'est donc toujours par la région du pied que s'opère la fixation, c'est-à-dire par la région ventrale ; elle se fait habituellement dans le très jeune âge, mais cependant quelquefois plus tard, comme dans certains *Pecten* qui ont déjà une taille notable avant de se transformer en *Hinnites*. La fixation est ensuite renforcée par le dépôt des couches successives du test ; la surface d'adhérence est plus ou moins large ; elle se distingue facilement sur les fossiles par l'empreinte qu'elle conserve du corps sur lequel l'animal avait été fixé.

1. Le déplacement du muscle antérieur par la pression du pied est très net dans les Tridacnes ; il résulte ici du redressement de la coquille qui a pour objet de dégager le plus possible les siphons.

La fixation par soudure directe n'a, en général, que peu d'action sur la nature du test, sur la disposition des muscles, et sur l'ornementation ; c'est ainsi que les *Myochama* fixés restent nacrés comme les Pandores et les Thracies ; de même chez les Rudistes on voit reparaître l'ornementation par côtes rayonnantes, si caractéristiques des *Cardium*. Par contre, la forme extérieure est profondément modifiée, elle est toujours plus ou moins irrégulière, et elle dépend de la position du point de fixation ; quand celui-ci est rapproché du côté antérieur, la coquille se développe plus vite du côté opposé, et elle devient exogyrifforme, c'est le cas dans les *Exogyra*, *Diceras*, *Gyropleura*, *Chamostrea*. Elle peut conserver cette forme jusqu'à l'âge adulte, et présenter une large surface d'adhérence (*Gyropleura*) ; mais lorsque la coquille est arrondie, la portion active du ligament est très étroite et la coquille peut s'accroître sur tout son pourtour, elle prend alors la forme d'une corne plus ou moins tordue en spirale (*Diceras*) ; elle peut même devenir complètement conique comme dans les Caprotines, les *Sauvagesia* et les Hippurites. La croissance en hauteur est alors beaucoup plus rapide que la croissance en largeur ; les dents cardinales s'allongent beaucoup, elles sont immobilisées dans des alvéoles profondes, et quand la coquille s'élargit, elles ne peuvent suivre ce mouvement centrifuge ; le bord de la coquille s'écarte alors des éléments de la charnière qui cesse d'être marginale ; le ligament reste dans le voisinage des dents cardinales, mais comme il est toujours lié aux couches externes, celles-ci sont obligées de se replier, c'est ainsi que prend naissance l'arête ligamentaire des Radiolitidés et des Hippuritidés. La même action se reproduit pour les ouvertures siphonales qui sont sous la dépendance du ganglion nerveux postérieur, retenu lui-même à la surface du muscle adducteur postérieur ; il en résulte également des inflexions, ou même des replis des couches externes qui donnent naissance aux piliers de la valve inférieure, et aux oscules de la valve supérieure. Des inflexions analogues, quoique moins accentuées, s'observent dans beaucoup de genres de Rudistes : elles sont quelquefois remplacées par de simples dépressions ; d'autres fois, on observe seulement sur les zones siphonales un mode d'ornementation particulier.

4° L'animal peut s'immobiliser dans une cavité qu'il a creusée, c'est ce que j'ai appelé la station *cavicole* ; étant à l'abri par sa position même, il n'a plus besoin de fermer sa coquille hermétiquement, celle-ci reste bâillante principalement dans la région postérieure, pour le passage des siphons. Lorsque ceux-ci s'al-

longent, l'impression palléale présente un sinus plus ou moins profond. L'animal n'ayant plus à ouvrir ou à fermer sa coquille, les dents cardinales perdent de leur utilité, et dans un grand nombre de formes elles disparaissent complètement (Pholadomyes, Arcomyes); cette disposition ne se présente que chez les animaux qui vivent enfoncés dans la vase molle; mais dès l'instant où ils doivent creuser leur habitation dans le sable ou dans une roche plus résistante, il est nécessaire que les deux valves soient solidement reliées l'une à l'autre, ou du moins qu'elles ne puissent pas glisser l'une par rapport à l'autre: de là, une charnière très simple, formée d'une seule dent sur chaque valve, qui peut être considérée comme caractéristique des animaux fousseurs, tels que les *Solen*, et qu'on retrouve dans des formes anciennes paléozoïques (*Sanguinolaria Pellicoi*) ou secondaires (Pleuromyes). En même temps, la forme générale s'affine et devient cylindroïde; et on passe ainsi des Pholadomyes renflées aux Solens en forme de couteau. Tous les animaux fousseurs prennent cette forme spéciale, quel que soit le groupe auquel ils appartiennent; c'est ainsi que les *Cultellus* et les *Ensis* ont presque rigoureusement la forme des *Solen*, et en ont été rapprochés pour cette raison, bien que leur charnière schizodonte avec 6 dents cardinales indique une origine tout à fait différente.

L'immobilisation de l'animal peut du reste ne pas être permanente; certains ne s'enfoncent dans le sable qu'à mer basse, d'autres ne sont fixés que dans le jeune âge, ou inversement, dans l'adulte seulement. Il en résulte des modifications souvent assez considérables dans la forme de la coquille. Ainsi, les Limes ne sont pas toujours fixées par un byssus comme les Avicules dont elles dérivent: certaines espèces volent, pour ainsi dire, par des battements brusques et réitérés de leurs valves, elles deviennent alors presque équilatérales ou plus exactement pseudo-équilatérales, la partie antérieure du corps de l'animal limitée par le pied, c'est-à-dire par le byssus, étant en réalité toujours extrêmement réduite. Il en est de même des *Pecten*, où la forme extérieure est ordinairement symétrique, bien que la partie antérieure de l'animal corresponde seulement à l'aile antérieure, à la base de laquelle on distingue toujours l'échancrure byssale plus ou moins profonde. De même, les Arches à fixation pédieuse et à coquille inéquilatérale, deviennent symétriques lorsqu'elles reprennent une vie active (*Pectunculus*).

Les Pectens, qui en abandonnant la fixation byssale, sont devenus pseudo-équilatéraux, peuvent se fixer à nouveau par soudure directe, et c'est ainsi que prennent naissance les *Terquemia*, les

Hinnites, les *Spondyles*, toujours pseudo-équilatéraux, mais qui diffèrent considérablement de leurs ancêtres les Peignes. Les Huîtres résultent d'une transformation analogue, mais elles ont été tellement modifiées, qu'il est impossible de dire avec certitude de quelle forme libre elles descendent ; j'ai pensé qu'il fallait les rattacher aux Limes, mais il est possible qu'elles descendent des Vulsellidés qui, dans certains cas (Héligmidés), présentent avec les Huîtres une très grande analogie de forme.

J'ai montré, dans une note précédente, les modifications éprouvées par des Lamellibranches cavicoles chassés de leur habitation ou, comme je l'ai dit, *sécularisés* ; ils ont continué à vivre couchés sur le côté, et sont devenus dissymétriques (*Bicorbula*) ; plus tard, en reprenant la station cavicole, ils sont redevenus symétriques, au moins par leur forme extérieure, mais le ligament a conservé la dissymétrie précédemment acquise : ainsi s'explique la disposition si singulière que présentent les Myes.

Beaucoup de Lamellibranches s'enfoncent dans le sable d'une manière intermittente, par exemple quand la mer se retire par l'action de la marée ; ils prennent alors une forme qui rappelle celle des Desmodontes : c'est ainsi qu'un grand nombre de coquilles sont allongées et présentent une section transversale amincie, mais elles conservent leur fermeture complète. C'est presque toujours le côté postérieur correspondant aux siphons qui est le plus développé comme dans les Cavicoles normaux ; plus rarement le développement du pied amène l'allongement du côté antérieur comme dans les *Donax*. Dans le premier cas, c'est le caractère cavicole qui domine, et dans le second, le caractère fouisseur.

On voit, par ces divers exemples, qu'il existe des relations très étroites entre la forme de la coquille et la manière de vivre de l'animal, à tel point que l'on peut dire que la première est fonction de la seconde. Il en résulte, que de la forme de la coquille on peut déduire le genre de vie de l'animal, ou du moins on pourrait le faire, si on connaissait mieux les mœurs des mollusques vivants. Une dernière conséquence très importante au point de vue de la classification, c'est que les analogies dans la forme extérieure n'indiquent aucunement une parenté réelle mais seulement une manière de vivre semblable ; il est facile d'en citer de nombreux exemples : j'ai signalé précédemment les analogies trompeuses qui ont conduit à rapprocher les *Ensis* des *Solen*, les *Heligmus* et les *Chondrodonta* des *Ostrea*. Il en est de même pour les *Præcardium*, *Lunulicardium* et *Conocardium* qui n'ont rien de commun avec les *Cardium*, pour les *Palæocar-*

dita triasiques et liasiques qui constituent une branche nettement distincte des véritables *Cardita*, celles-ci n'apparaissant que dans le Crétacé, enfin pour les Rudistés et les Chamidés que j'ai moi-même rapprochés à tort, tandis qu'il est à peu près certain qu'ils ont une origine différente.

CONSTITUTION DE LA CHARNIÈRE

La coquille des Lamellibranches s'ouvre sous l'action du ligament élastique, et se ferme par la contraction des muscles adducteurs. Il est essentiel que les bords des valves viennent rigoureusement en contact, et pour cela, il est nécessaire que le mouvement des valves soit guidé. C'est l'objet de la charnière, constituée par une série de dents alternant d'une valve à l'autre, de sorte que chaque dent de l'une des valves s'enfonce dans une fossette de l'autre valve. Ces dents limitent en outre le mouvement des valves, et leur permettent seulement de s'entrouvrir; cet écartement est suffisant pour que le courant d'eau puisse s'établir et entretenir la vie de l'animal.

Les dents de la charnière sont plus ou moins nombreuses; on en compte quelquefois plusieurs dizaines réparties sur toute l'étendue de la charnière, d'autres fois elles sont réduites à 4, 6 ou même à 2, c'est-à-dire à 1 sur chaque valve. Dans les formes les plus évoluées elles se développent dans le voisinage des organes du mouvement: celles qui sont près du ligament sont les *cardinales*, tandis que les *latérales* se développent dans le voisinage des muscles.

Nous avons vu précédemment que Neumayr, puis Munier-Chalmas, avaient attaché une importance particulière à la disposition de la charnière; celle-ci a été ensuite l'objet d'une étude approfondie de la part de Bernard dont j'ai également cité plus haut les intéressants travaux. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la constance de l'appareil cardinal dans les grandes familles naturelles: ainsi chez les Nucules la disposition des dents de la charnière n'a pour ainsi dire pas varié depuis le Silurien jusqu'à nos jours. Les Arcidés nous fournissent un exemple analogue, et Bernard a bien montré en étudiant le développement de *Cucullæa*, par suite de quelles modifications on peut passer du type primitif macrodonte au type habituel polyodonte. Le même auteur a fait voir que dans le grand groupe des Hétérodontes, il n'existait en réalité que deux types de charnière, type *lucinoïde*, à deux dents cardinales sur chaque valve $\left(\frac{3 \text{ } ab}{2, 4 \text{ } b}\right)$, et le type

cyrénoïde à trois dents cardinales $\left(\frac{1, 3 ab}{2 ab, 4b}\right)$. J'avais moi-même, dès 1886, démontré l'unité de constitution de l'appareil cardinal dans le groupe si important des Rudistes, et cela malgré l'extrême diversité des formes qui le constituent ; l'ensemble des travaux dont ils ont été l'objet n'a fait que confirmer cette manière de voir : la charnière est toujours constituée des mêmes éléments, et on peut suivre ses modifications progressives depuis les *Diceras* primitifs jusqu'aux *Hippurites* et aux *Radiolites*.

Plus récemment, en étudiant les Lamellibranches cavicoles, j'ai pu constater également toute l'importance des caractères tirés de l'appareil cardinal : j'ai reconnu deux types bien différents, l'un à charnière très simple qui remonte au moins jusqu'aux *Pleuromya* jurassiques, et qui aboutit aux *Panopæa* et aux *Solen* actuels, l'autre à charnière plus complexe ayant quatre cardinales $\frac{3 ab}{2, 4 b}$ ou même six $\frac{3 ab}{2 ab, 4 ab}$ et aboutissant aux *Ensis*, ordinairement rapprochés à tort des *Solen*. Si le premier type correspond bien aux Desmodontes primitifs, le second doit constituer en réalité un rameau distinct qui se rattache, non aux Desmodontes comme je l'avais cru à tort, mais bien aux Hétérodontes du type lucinoïde, ainsi que je le montrerai plus loin.

On voit que l'appareil cardinal nous fournit des caractères d'un ordre tout différent de ceux qui précèdent : ils restent constants dans un même groupe, et leur lente évolution peut être presque toujours suivie avec facilité. Aussi, bien que leur importance absolue soit moindre que celle des organes essentiels de l'animal, ils sont appelés à nous fournir des indications bien plus utiles sur les relations phylogéniques des divers groupes, et cela par suite même de la lenteur et de la netteté de leur évolution. C'est le fil conducteur qui pourra nous guider au milieu de la multiplicité des formes et des complications résultant des phénomènes d'adaptation. J'aurai ainsi à examiner d'abord les charnières des formes primitives et leurs variations ; je m'efforcerai ensuite de suivre leurs modifications dans la série des temps géologiques.

CLASSIFICATION

En résumé, les caractères que je viens d'examiner sont de trois sortes :

1° Les *caractères évolutifs* : parmi ceux-ci on peut citer la nature du test ; j'ai fait voir que les formes anciennes étaient nacrées, et qu'elles devenaient porcelanées par suite d'évolution.

On ne pourra donc intercaler dans un même rameau des formes nacrées entre des formes porcelanées. Je ne connais aucun exemple net de régression : les formes nacrées actuelles se rattachent aux formes primitives par une série continue de formes également nacrées. Les formes dérivées de types porcelanés sont toujours porcelanées.

La plupart des caractères tirés des parties molles paraissent être également évolutifs, notamment ceux fournis par la branche. Or, l'essence des caractères de cette nature est d'apparaître indistinctement sur les différents rameaux à une époque plus ou moins tardive ; ils ne peuvent donc être employés pour caractériser chacun d'eux.

2° Les *caractères adaptatifs* sont ceux qui résultent de la manière de vivre de l'animal ; j'ai montré qu'ils étaient chez les Lamellibranches d'une importance exceptionnelle : la forme générale de la coquille est fonction de cette manière de vivre, de là des actions de convergence qui peuvent souvent faire illusion sur la parenté réelle des formes étudiées. L'analogie des *Mytilus* et des *Dreysensia* est telle, que bien des naturalistes les ont rapprochés, et cependant les différences dans la nature du test, nacré chez les premiers, porcelané dans les seconds, et dans la disposition des bords du manteau presque entièrement libres avec un seul point de soudure dans *Mytilus*, soudés au contraire avec les trois ouvertures habituelles dans *Dreysensia*, montrent bien que ces deux types appartiennent à des rameaux différents ; les *Dreysensia* ne sont que des Hétérodontes déformés par fixation byssale, à l'époque crétacée probablement.

Les *Ostrea* et *Chondrodonta* doivent également la très grande analogie de leur forme extérieure à un même mode d'immobilisation par soudure directe, de même pour les *Chama* porcelanés et les *Myochama* nacrés. Les *Solen* et les *Ensis* qui sont des types fouisseurs par excellence, se sont adaptés à ce mode d'existence et ont pris presque la même forme, bien que les uns soient de véritables Desmodontes, apparentés aux Panopéidés, tandis que les seconds se rattachent par leur charnière aux Mactridés. De même encore pour les *Chama* et les *Diceras* que j'avais moi-même réunis dans une même famille, et qui ont cependant une origine différente, les premiers n'apparaissant que bien plus tard dans le Crétacé supérieur, et ne pouvant être rapprochés des Rudistes de la même époque ; tous les deux sont bien des Hétérodontes modifiés par fixation directe, mais ils dérivent vraisemblablement de types différents. On pourrait citer bien des exemples analogues ; mais tous les cas ne sont pas aussi simples. Ainsi j'ai

montré que sous l'influence de la fixation byssale, le muscle antérieur s'atrophiait, et pouvait même disparaître entièrement, en même temps la coquille devenait très inéquilatérale, le côté antérieur se réduisant progressivement, c'est le caractère des Dysodontes qui se maintient depuis l'origine dans le Silurien. Quand la fixation byssale devient intermittente, la coquille tend à redevenir équilatérale, et elle s'arrondit comme dans les Pectinidés et les Limidés, mais cette modification n'affecte que la forme extérieure, ce n'est qu'une apparence, et la partie antérieure de l'animal reste atrophiée, la coquille n'est que *pseudo-symétrique*. Mais par contre, la fixation byssale agissant sur un type différent, sur un Hétérodonte et à une époque plus récente lui donne comme nous venons de le voir dans les *Dreysensia* une forme de Dysodonte, tout en conservant les caractères internes des Hétérodontes, notamment dans la disposition des ouvertures siphonales.

J'ai montré également dans les Pectinidés, l'influence du mode de fixation sur la forme générale, depuis les *Eopecten* à valve droite aplatie, jusqu'aux *Pecten* et aux *Neithea* dans lesquels c'est au contraire la valve gauche qui est aplatie, et jusqu'aux *Spondyles* et aux *Hinnites* directement fixés.

On voit avec quelle facilité se modifie la forme extérieure tandis que d'autres caractères persistent. Un exemple analogue nous est fourni par le ligament qui, dissymétrique chez les Corbules, conserve cette dissymétrie dans les Myes, tandis que la forme extérieure est redevenue symétrique.

Les caractères tirés de l'impression palléale sont également adaptatifs : quand les Lamellibranches deviennent cavicoles d'une manière permanente ou seulement intermittente, l'allongement des siphons dépend uniquement de la profondeur à laquelle l'animal s'enfonce, de sorte que le sinus de l'impression palléale n'indique que la profondeur de l'habitat, et on le retrouve aussi bien chez les Hétérodontes que chez les Desmodontes. On voit donc avec quelle circonspection il faut se servir des caractères adaptatifs.

3° Les caractères statifs, c'est-à-dire ceux qui persistent ou se modifient lentement seront les plus utiles, et nous pourrions dire que leur utilité est indépendante de leur importance absolue, les caractères les plus importants étant au contraire ceux qui évoluent le plus et qui par conséquent changent le plus rapidement. J'ai montré plus haut que les caractères tirés de la charnière sont ceux qui satisfont le mieux à ces conditions ; les changements les plus considérables dans la forme extérieure comme ceux qu'on

observe chez les Rudistes restent pour ainsi dire sans action sur la charnière, dont il reste facile de suivre les modifications. C'est en suivant ce fil conducteur que je vais chercher à reconstituer la phylogénie des Lamellibranches. Il sera nécessaire d'étudier tout particulièrement le point de départ, c'est-à-dire la faune la plus ancienne, et cet examen facilitera beaucoup la détermination des enchaînements qui rattachent les unes aux autres les formes fossiles et celles-ci aux animaux de l'époque actuelle.

Formes primitives nacrées
normales (Taxodontes), fixées (Dysodontes)
et cavicoles (Desmodontes)

Les Lamellibranches ne se développent d'une manière notable qu'à partir du Silurien inférieur (faune seconde), et dès cette époque ils sont déjà très diversifiés : à côté des formes normales vivant et se déplaçant sur le fond de la mer, on distingue déjà des formes modifiées par fixation byssale, et d'autres vivant dans des trous creusés dans le sable ou la vase ; la forme des coquilles ne peut laisser aucun doute à cet égard. J'examinerai d'abord les formes normales et les modifications de leur appareil cardinal.

Nuculidés et Actinodontidés
(Taxodontes nacrés)

On distingue tout d'abord un type caractérisé par des dents très nombreuses disposées comme celles des *Nucules* et *convergeant* vers le centre de la valve : c'est la famille des *Nuculidés*. Les formes anciennes ont un ligament externe, marginal ; les dents se disposent en série continue, mais sont généralement moins développées au milieu sous le crochet : on a distingué d'après la forme extérieure, les *Ctenodonta* SALTER (fig. 1, 2, 3) et les *Cadomia* DE TROMELIN (fig. 4) ; dans les *Palæonilo* (fig. 5 et 6) les parties antérieure et postérieure de la charnière constituent deux groupes distincts, et dans les *Nucula*, le ligament devient interne et se place entre les deux. Ce type persiste jusqu'à l'époque actuelle, en restant nacré.

Un deuxième groupe de formes se distingue par la disposition des dents qui *divergent* à partir du sommet des valves ; c'est d'abord le genre *Lyrodesma* CONRAD (fig. 7) avec des dents encore nombreuses, mais montrant déjà une tendance à s'allonger du côté postérieur (fig. 8 et 9). Dans le genre *Actinodonta*

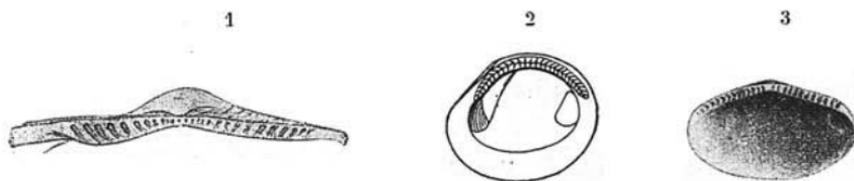


FIG. 1. — *Ctenodonta nasuta* HALL., sp. — Type du genre d'après Salter (reproduit d'après Oehlert (*B.S.G.F.*, (3), XVI, pl. xvi, fig. 3b).

FIG. 2. — *Ctenodonta pectunculoides* HALL. — (Reproduit d'après Zittel, *Handb.*, t. II, fig. 67).

FIG. 3. — *Ctenodonta Oehlerti* BARROIS. — *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIX, pl. 1, fig. 5 b.

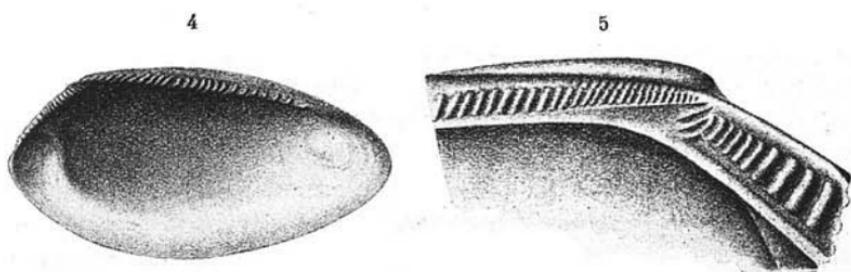


FIG. 4. — *Cadomia typa*, DE TROM. — *B.S.G.F.*, (3), XVII, pl. xxiii, fig. 3 a.

FIG. 5. — *Paleonilo fecunda*. — Hall. *Report. State geol.*, 1882, pl. vii, fig. 19.

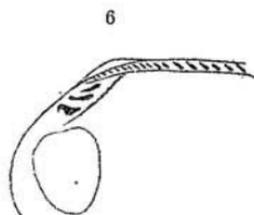


FIG. 6. — *Paleonilo Hopensacki* DE VERN. — Cambrien d'Almaden (coll. Éc. des Minés).

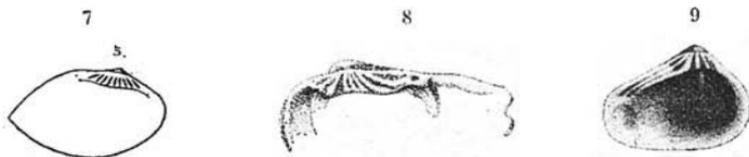


FIG. 7. — *Lyrodesma* CONRAD 1841 (5^e ann. report., p. 51) type du genre (reproduit par Hall., 15^e ann. report., pl. 11, fig. 5, 1862).

FIG. 8. — *Lyrodesma cœlata* SALTER. — *Quart. Journ.*, t. XX, pl. xvi, fig. 7, 1864.

FIG. 9. — *Lyrodesma armoricana* DE TROMELIN. (in Barrois, *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIX, pl. 1, fig. 1d).

PHILLIPS, elles s'allongent des deux côtés dans une direction parallèle aux bords de la coquille (fig. 10), ce qui entraîne une diminution de leur nombre; on peut alors distinguer des dents cardinales antérieures, des cardinales postérieures, et ordinairement, entre les deux groupes, quelques cardinales médianes.

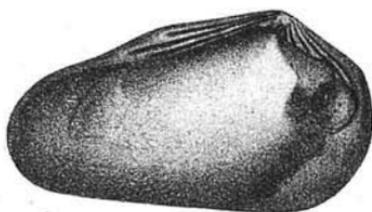


FIG. 10. — *Actinodonta obliqua* PHILLIPS (*Mem. geol. Surv.*). — (Reproduit par Barrois, *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIX, pl. II, fig. 3a.)

La coquille peut s'allonger quelquefois beaucoup du côté postérieur: ainsi *M. Barrois* a figuré sous le nom de *Parallelodon antiquus* un fossile du Grès armoricain qui, d'après la divergence des dents, semble bien devoir être rapproché des *Actinodonta* plutôt

que des Arcidés; la charnière primitive de ces derniers est du type macrodonte, et nous verrons plus loin qu'elle est notablement différente. Déjà du



FIG. 11. — *Actinodonta antiqua* BARROIS sp. — *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIX, pl. III, fig. 3b.

reste, Bernard avait fait observer que les véritables Arcidés ne paraissent pas remonter au delà du Dévonien.

Quand on examine la série des formes du Silurien, on voit le nombre des dents

diminuer progressivement: ainsi dans *Act. acuta*, dont j'ai pu reconstituer la charnière d'après des moules de Riadan et de

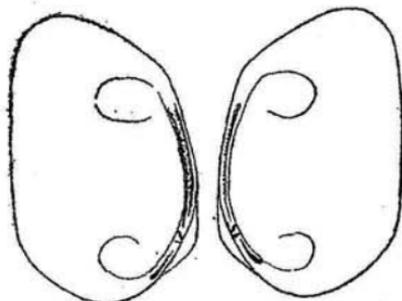


FIG. 12. — *Actinodonta acuta* BARROIS. — De l'Ordovicien de Brix (coll. Ec. des Mines).



FIG. 13. — *Modiopsis Dollfusi* DE TROMELIN, du Val de Scie. — (D'après un moulage de M. Bigot.)

Brix (fig. 12), les cardinales antérieures et postérieures sont réduites à 1 ou 2 et il persiste en outre 2 ou 3 cardinales

médianes; les postérieures lamelliformes portent des traces nettes de crénelures.

La réduction est encore bien plus grande quand le muscle antérieur se rapproche du sommet de la coquille, poussé vraisemblablement, comme je l'ai indiqué plus haut, par le pied byssifère. C'est le cas par exemple, pour les *Modiolopsis* à forme de Modioles, et vivant probablement comme ces dernières; je n'ai pu examiner que des moules internes d'échantillons bivalves, et dans ceux-ci, la charnière n'est généralement pas visible; un échantillon légèrement entrouvert montre deux fortes dents cardinales sur chaque valve (fig. 13); les dents antérieures lamelliformes n'ont pu se développer, mais il est possible et même probable, qu'il existait des cardinales postérieures analogues à celles des *Modiomorpha* dévoniens. Les dents développées sont probablement des cardinales médianes correspondant à celles du type précédent.

FIG. 14. — *Redonia*.
— Valve droite d'après un contremoule.

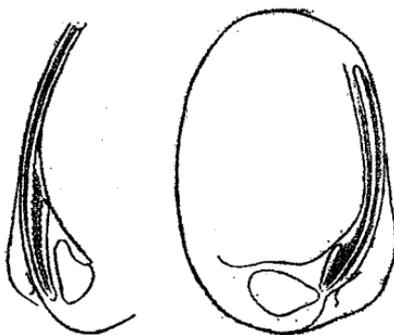


FIG. 15. — *Redonia*,
de l'Ordovicien de Brix. — Valve gauche d'après un contremoule.

Dans *Redonia* la réduction des dents est encore plus accentuée : le muscle antérieur dont l'empreinte est si profondément marquée sur le test, est arrivé dans le voisinage immédiat du sommet, et a empêché le développement de toute la partie antérieure de la charnière; celle-ci n'est plus constituée que par des dents lamelliformes postérieures, 2 sur chaque valve (fig. 14 et 15); elles sont crénelées comme dans *Act. acuta*.

Unionidés.

Les modifications que je viens de retracer dans les Taxodontes siluriens se retrouvent dans des périodes plus récentes : ainsi, chez les *Anthracosia* du Permien, si bien étudiés et figurés par Amalitzky¹, on reconnaît des charnières de Cténodonte (*Paleomutela*

1. Ueber die Anthracosien dea Permformation Russlands, *Palæontographica*, t. XXXIX, livr. 4-6, nov. 1892.

Verneuli, pl. XXI, fig. 12), de Lyrodesme (*Palæomutela subovalis*, pl. XXI, fig. 4-7, *Anthracosia Venjukowi*, pl. XXXIII, fig. 12) ou d'Actinodonte (*Carbonicola crassidens*, pl. XXIII, fig. 4). Ce groupe se continue à l'époque secondaire par les Unionidés, type également nacré, et qui jusqu'à l'époque actuelle va nous présenter

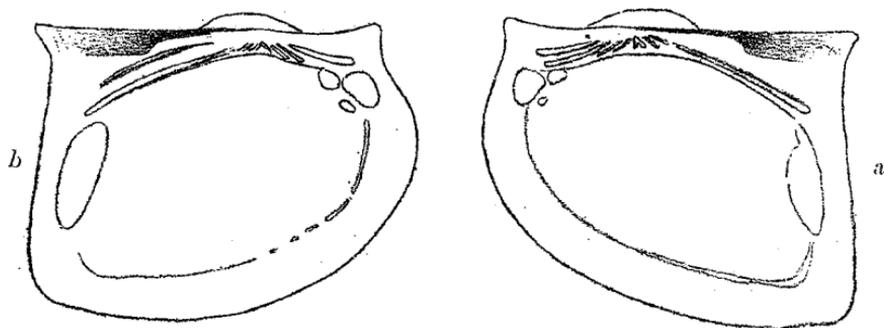


FIG. 16. — *Triquetra* KLEIN (= *Hyria* LANK.), de l'époque actuelle.

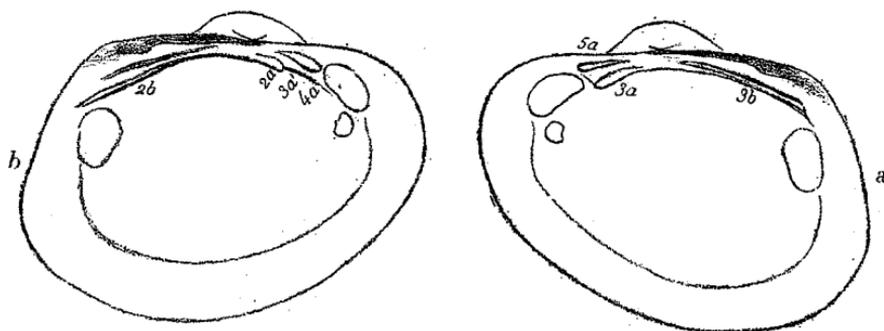


FIG. 17. — *Unio cardium* RAF., de l'époque actuelle.

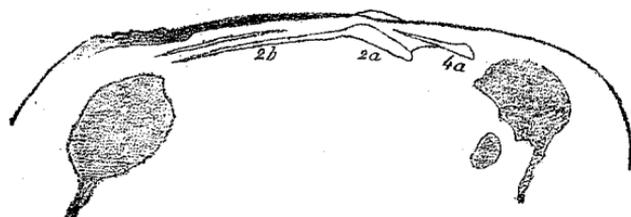


FIG. 18. — *Unio compressus* (valve gauche), de l'époque actuelle.

les mêmes caractères que les formes anciennes. Ainsi le genre *Triquetra* KLEIN (= *Hyria* LANK.) (fig. 16a, b) présente une charnière typique d'*Actinodonta* avec ses longues dents lamellicornes postérieures, ses cardinales médianes et ses dents

antérieures également allongées. Le ligament est marginal avec sa partie médiane (cartilage) insérée sur la nymphe et sa partie superficielle enfoncée dans un sillon; les dents postérieures prennent leur origine en dedans de la nymphe et en avant du sillon, elles doivent par suite, comme nous l'avons vu précédemment, être considérées comme des cardinales; c'est donc à tort qu'elles sont habituellement désignées comme des latérales. On passe de là facilement à la charnière habituelle des *Unio* (fig. 17) par la réduction des dents, 2 cardinales antéro-médianes sur chaque valve, et des cardinales postérieures lamelliformes, 1 sur la valve droite, 2 sur la valve gauche. L'analogie des premières avec celles des *Modiolopsis* est vraiment frappante.

Dans *Unio compressus* (fig. 18), les cardinales internes antérieure et postérieure se réunissent de manière à former une dent rappelant celle des Trigonies; mais c'est une analogie trompeuse, car nous verrons que la dent des Trigonies n'est pas originairement double comme celle des *Unio*, mais qu'elle dérive, par dédoublement, d'une dent primitivement simple.

Les deux dents ainsi réunies sont bien des dents *2a* et *2b*, d'après la notation usitée pour les Hétérodontes, il en résulte que dans les Unios, les dents de la valve gauche seraient du côté antérieur *3a* et *5a*; elles diffèrent ainsi de celles que l'on rencontre chez les Hétérodontes du type le plus complet, où elles doivent être dénommées *1* et *3a*; je viens d'indiquer en outre que d'après leur position, par rapport à l'extrémité de la rainure ligamentaire, les dents postérieures des Unios sont des *cardinales* et ne peuvent être assimilées à des latérales.

On ne peut qu'être frappé de la persistance de ces caractères de la charnière qui se reproduisent fidèlement aux différentes époques, et présentent les mêmes modifications.

Paléoconques (pro parte).

Le groupe que Neumayr a constitué sous ce nom est manifestement hétérogène comme je l'ai indiqué plus haut; des 11 familles qu'il comprend, 3 au moins, Protomyidés, Solénopsidés et Grammysiidés, se rapportent à des Cavicoles; deux autres, les Lunulicardiidés et les Daonellidés, doivent être rapprochées des Byssifères.

Parmi les familles restantes, les formes normales équivalves se réduisent à peu près aux *Cardiolidés* et aux *Præcardiidés*, d'où Conrad a séparé les *Prælucinidés*. Ces derniers ont une charnière multidentée analogue à celle des Nuculidés; ils en

diffèrent surtout par leur forme plus arrondie et peut-être par la minceur des couches externes; dans les Précardiidés, les dents se développent seulement du côté postérieur, la forme arrondie et les côtes qui ornent la surface rappellent les *Cardium*. Nous avons vu que ces caractères de la forme extérieure étaient en réalité dans la dépendance de la manière de vivre des animaux; de ce que ces formes siluriennes présentent l'ornementation des *Cardium*, on doit seulement en conclure qu'elles vivaient comme les *Cardium* actuels. Leur parenté réelle est avec les Taxodontes; c'est un point sur lequel Neumayr a beaucoup insisté, mais il voulait faire dériver les Nuculidés des Paléoconques, et comme ceux-ci n'apparaissent que plus tard dans le Silurien supérieur, il proposait de les considérer comme des descendants restés stationnaires de la forme souche dont les Taxodontes sont dérivés. Il est évidemment plus simple d'admettre le rapport inverse.

Les Cardiolidés rappellent par leur ornementation les Précardiidés; seulement, ils ont une charnière droite, et un ligament simple inséré sur une aréa comme dans les Arches; en même temps, la charnière paraît dépourvue de dents; c'est une forme un peu exceptionnelle, qui serait peut-être mieux placée dans le groupe des Byssifères.

Il en est de même pour les formes inéquivalves, Vlastidés et Antipleuridés: leur dissymétrie indique que l'animal vivait couché sur le côté comme les Aviculidés et les Pectinidés. Conrad¹ a fait voir que l'une de ces formes (*Pleurodonta*) présentait une échancrure pédieuse rapprochée du sommet, rappelant celle de la Tridacne.

La fixation pédieuse ou byssale n'est pas douteuse ici; il est très vraisemblable que les autres formes pleuroconques étaient également fixées.

Préhétérodontes.

Les Actinodontidés à charnière réduite se prolongent dans le Dévonien où ils sont représentés notamment par les *Modiomorpha*, analogues aux *Modiolopsis* siluriens, et par les *Guerangeria* avec 1 cardinale antérieure sur chaque valve et une ou deux cardinales postérieures longues et lamelliformes. Dans ces deux genres, l'allongement de la partie postérieure est très marqué et en particulier, *Guerangeria* a tout à fait la forme habituelle des *Unio*; les longues dents postérieures sont de même des cardinales et non des latérales.

1. Silurische Pelecypoden. *Sitzb. k. Akad. Wiss.*, vol. XCVI, pl. II, fig. 4.

A côté de ces genres, on voit se développer un type nouveau qui se distingue par un raccourcissement de la région postérieure et du ligament; les cardinales postérieures ne sont plus lamelli-formes, elles deviennent courtes et robustes; ces divers caractères indiquent que l'animal a changé sa manière de vivre, qu'il est devenu plus actif. Par leur forme générale, ces fossiles se rapprochent des Hétérodontes, mais ceux-ci, d'après la définition

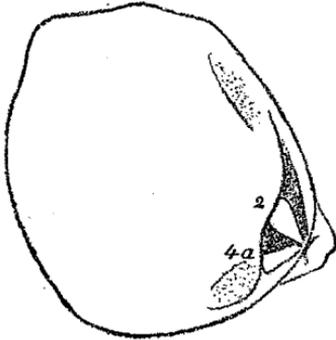


FIG. 19. — *Myophoria vulgaris* SCHLOTH., de Warburg. Valve gauche.

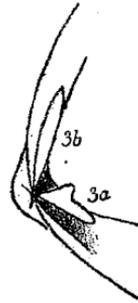


FIG. 20. — *Myophoria* de Warburg, valve droite.

même de Neumayr, sont caractérisés par la coexistence de dents cardinales et de dents latérales; et ces dernières manquent ou sont à peine indiquées dans les formes paléozoïques; je proposerai pour cette raison de les distinguer comme *Préhétérodontes*.



FIG. 21. — *Myophoria curvirostris* de l'Infralias' des Vans (Ardèche).

La charnière est ordinairement réduite à 2 cardinales sur chaque valve. On peut distinguer deux groupes :

1° Les *Myophoridés* (fig. 19, 20), ont une dent médiane 2 sur la valve gauche qui vient se placer entre deux dents de la valve droite, une cardinale postérieure 3b et une cardinale antérieure 3a; cette dernière est elle-même précédée d'une cardinale antérieure de la valve gauche 4a; la formule dentaire est ainsi $\frac{3}{2}, \frac{ab}{4a}$. Cette disposition bien caractérisée dès le Dévonien, se retrouve dans les formes triasiques et jusque dans l'Infralias (fig. 21).

Dans le Lias, les Myophories sont remplacées par les Trigonies ; le passage se fait assez graduellement par le développement de la dent médiane 2 qui s'élargit (fig. 22), se creuse, et finit par se dédoubler ; cette modification entraîne l'écartement des dents de la valve de droite (fig. 23).



FIG. 22. — *Trigonía similis* AG., du Supralias de Gundershoffen (valve gauche).

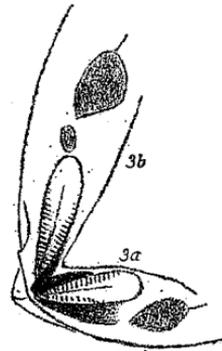


FIG. 23. — *Trigonía similis* AG., du Supralias de Mulhouse (valve droite).

2° Les *Préastartidés* ont une formule dentaire un peu différente ; ils présentent toujours la dent médiane 2 de la valve gauche ; comprise entre les deux cardinales 3a et 3b de la valve droite, mais la quatrième dent est une cardinale postérieure 4b ; la formule est ainsi $\frac{3 \text{ } ab}{2, 4 \text{ } b}$.

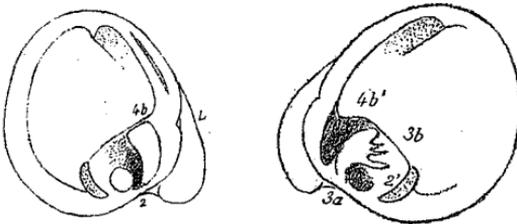


FIG. 24, 25. — *Megalodon* (valve droite et valve gauche) de Passrath.

Ce groupe renferme des coquilles à test généralement très épais et à forme de *Cardita*, tels que *Prosoceles* du Dévonien inférieur et *Megalodon* (fig. 24, 25) du Dévonien moyen, prolongé par des formes voisines jusque dans le Lias ; dans ce dernier genre, la dent 3a est à peine indiquée, par suite du rac-

courcissement de la région antérieure, et on voit apparaître en arrière du sillon ligamentaire, une mince ébauche de dent latérale postérieure. *Desertella* du Dévonien du Sahara présente une

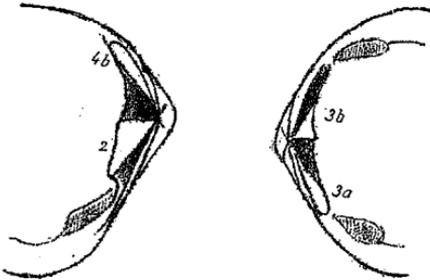


FIG. 26, 27. — *Desertella*. —
(Deux valves de Temassinin, de la coll. de l'École des Mines.)

formule dentaire du même type avec un raccourcissement de la région postérieure (fig. 26, 27) rappelant la disposition des *Donax*, et indiquant très probablement une manière de vivre analogue. L'allongement relatif de la partie antérieure de la coquille a pour conséquence l'élargissement de la dent 2 et le

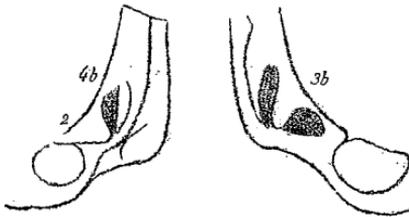


FIG. 28, 29. — *Palæocardita*,
du Trias.

développement de la cardinale antérieure 3a de la valve droite. Par contre, dans *Palæocardita* du Trias (fig. 28, 29) où la partie antérieure est raccourcie, la charnière est disposée comme dans *Megalodon* et la dent 3a ne se développe pas.

Hétérodontes (du type lucinoïde).

Ainsi que je l'ai rappelé, Neumayr a caractérisé les Hétérodontes comme présentant des dents de deux natures différentes, des cardinales et des latérales. Mais dans certains cas, il considérait comme latérales des dents qui sont en réalité des cardinales postérieures, dans les *Unio*, par exemple, qu'il rapprochait des *Trigonia*, et cependant, il se rendait bien compte que ces formes n'étaient pas de vrais Hétérodontes ; aussi, ajoutait-il à la définition précédente, un autre caractère que le *test n'était pas nacré*. Nous avons vu que cette séparation des formes nacrées était réellement justifiée, les Unionidés étant de véritables Actinodontes, et les Trigonies se rattachant aux Préhétérodontes.

L'apparition des latérales est un caractère évolutif, et on peut chercher à se rendre compte de son importance et de sa signification. J'ai déjà dit précédemment que les dents de la charnière servaient à guider le mouvement des valves; il est avantageux pour l'animal que ces guides soient placés dans le voisinage immédiat des organes du mouvement, c'est-à-dire du ligament et des muscles; la première position correspond aux cardinales, la seconde aux latérales. Quand les dents sont nombreuses comme dans les Nuculidés, cette distinction n'existe pas. Dans les Actinodontidés, les cardinales partant du sommet se prolongent jusqu'aux muscles, et remplissent alors également la fonction qui sera dévolue plus tard aux latérales; il n'y a toujours pas de spécialisation. Mais dans les Préhétérodontes le ligament se raccourcit en même temps que les cardinales et les guides du mouvement font défaut dans le voisinage du muscle postérieur. C'est pour obvier à cette imperfection que se développent les latérales postérieures, puis les latérales antérieures, mais celles-ci seulement dans le cas où le côté antérieur de la coquille n'est pas trop raccourci. Le développement des latérales ne doit se produire du reste que lorsque l'animal a besoin d'ouvrir et de fermer fréquemment sa coquille. En outre, il peut être gêné par la croissance tangentielle rapide du ligament qui met alors obstacle à la formation des latérales postérieures, c'est le cas par exemple, pour les *Cardita* et pour les *Diceras*, dérivant tous deux de formes ayant normalement des latérales postérieures. De même le raccourcissement de la région antérieure peut également amener la suppression des latérales correspondantes. Nous aurons ainsi à distinguer dans les formes dépourvues de latérales, celles où il n'y a pas encore de latérales, et celles où il n'y en a plus.

Les latérales se développent franchement dès la base des terrains jurassiques. Les *Tancredia* LYCET ont une charnière de *Desertella*, mais avec des latérales postérieures bien développées; plusieurs espèces ont été signalées par Terquem dès le Sinémurien (fig. 32, 33) sous le nom générique d'*Hettangia* postérieur au précédent; M. Cossmann a figuré une espèce du Sinémurien de la Vendée, qu'il a rapprochée à tort des *Trapezium* (fig. 30, 31). Les latérales antérieures viennent s'ajouter aux postérieures dans les *Cardinia*, les *Isodon*, et ainsi prennent naissance les importantes familles qui vont se développer à partir de cette époque jusqu'à nos jours, et qui appartiennent au type *lucinoïde* de Bernard; la formule des dents cardinales reste celle des Pré-astartidés, $\frac{3}{2,4} \frac{ab}{b}$. Je citerai les *Astartidés* (fig. 34 et 35) d'où dérivent les *Crassatella* et les *Cardita*, — les *Cardiidés* dont le

type primitif *Protocardia* est costulé seulement sur la région siphonale et qui ne prend son ornementation habituelle qu'à partir du Jurassique supérieur, — les *Lucinidés* auxquels se

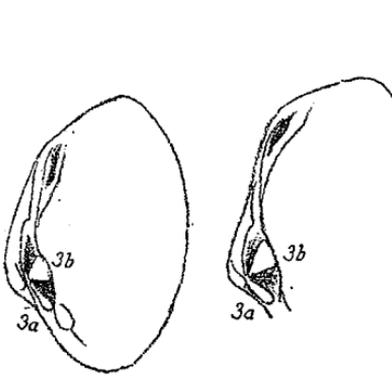


FIG. 30, 31. — *Tancredia occidentalis* COSSMANN sp., du Sinémurien de Simon-la-Vineuse (Vendée).

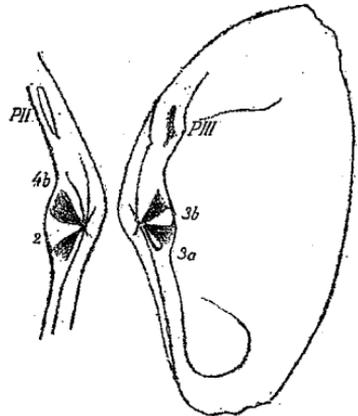


FIG. 32, 33. — *Tancredia*, du Supralias de Thionville.

rattachent les *Corbis*, et dont un rameau ancien correspond peut-être aux *Unicardium* et aux *Diplodonta*.

Plusieurs branches latérales viennent se rattacher aux familles

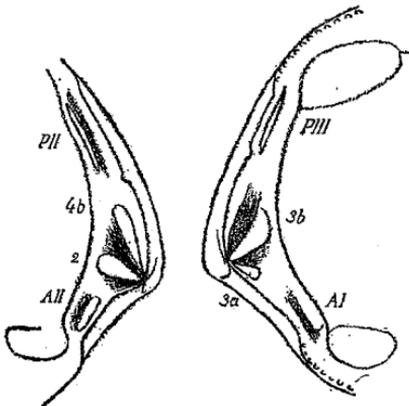


FIG. 34. — *Astarte modiolaris* DESH., du Bajocien de Bayeux.

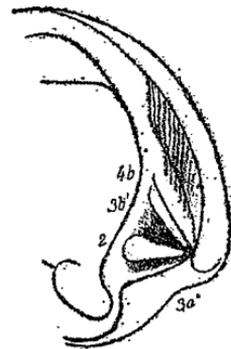


FIG. 35. — *Praeconia bajocensis* D'ORB., du Bajocien de Bayeux.

que je viens de citer : ce sont d'abord des formes ayant adopté une station cavicole plus ou moins permanente ; il en résulte un allongement des siphons et l'impression palléale devient sinueuse.

Deux familles principales correspondent à cette modification, les *Donacidés* à rattacher aux Diplodontes et les *Tellinidés* voisins des Lucines.

Il reste à examiner trois autres groupes importants qui demandent à être étudiés d'une manière particulière, les Mactres, les Rudistes et les Chames.

Mactridés.

Les Mactridés avaient été rangés dans les Desmodontes par Neumayr qui insistait sur le caractère particulier de la charnière, présentant une lacune en son milieu, lacune qu'il comparait justement à celle des Trigonies.

Dans mon étude sur les Desmodontes¹, j'avais accepté cette manière de voir ; mais j'avais montré qu'il existait en réalité dans ce dernier groupe deux types de charnière tout à fait distincts, celui des Pleuromyces et des Panopées avec 1 seule dent cardinale sur chaque valve, et celui des Mactres, beaucoup plus complexe, ayant 6 cardinales $\frac{3 ab}{2 ab, 4 ab}$. Le premier groupe aboutissait aux *Solen*, tandis que le second comprenait les *Lutraires* et les *Ensis*. Il fallait voir dans l'extrême analogie de forme que présentaient les deux genres *Solen* et *Ensis*, un simple fait de convergence résultant d'une adaptation à des mœurs semblables, les deux animaux étant essentiellement fousseurs.

Dans cet ordre d'idées la parenté des deux groupes devenait très douteuse ; le premier groupe remonte bien par les Pleuromyces nacrés aux Desmodontes primitifs des terrains paléozoïques, mais quelle était l'origine du second ?

L'examen des formes fossiles pouvait seule nous donner la solution de la question, et j'ai pu ainsi m'assurer que les Mactres étaient en réalité le type primitif de ce groupe, et qu'elles ne résultaient pas d'un retour à la vie active d'une forme primitivement cavicole, comme je l'avais pensé d'abord. Dans les formes de l'Éocène inférieur, la dent médiane de la valve gauche est bien double, mais on peut encore la considérer comme une dent unique à bords relevés, et déprimée en son milieu ; elle est bien comparable, comme l'avait pensé Neumayr, à la dent correspondante des Trigonies. Or, nous avons vu précédemment que cette dent résulte réellement du dédoublement de la dent 2. Il en est de

1. Les Lamellibranches cavicoles ou Desmodontes, *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 96 ; 1907.

même dans les Mactres, mais ici de plus la preuve directe peut être faite, car dans l'Éocène inférieur, nous connaissons des Hétérodonates typiques qui présentent bien nettement un commencement de dédoublement de la dent 2; ce sont les Diplodontes. Il suffit de comparer les charnières de *Mactra semisulcata* (fig. 37), et de *Diplodonta ingens* (fig. 36), pour être frappé de leurs analogies. Les dents 2 sont presque identiques et ce qui sépare les deux

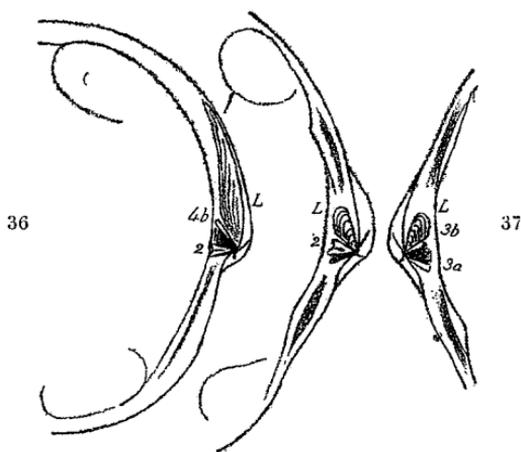


FIG. 36. — *Diplodonta ingens* DESH., du Thanétien de Chalons-sur-Vesle.

FIG. 37. — *Mactra semisulcata* LAMR., du Lutétien de Parnes.

formes, c'est seulement le ligament, marginal dans ce dernier type et interne dans le premier; mais déjà dans *Diplodonta*, on voit le cartilage du ligament s'enfoncer bien plus profondément dans le plancher cardinal qu'il ne le fait habituellement, de sorte que le ligament est déjà à moitié interne. La différence entre les deux formes serait en somme analogue à celle qui distingue les Crassatelles des Astartes, dont la proche parenté est acceptée par tous les naturalistes. La modification du ligament entraîne en même temps la suppression de la dent 4b.

On voit ainsi en résumé, qu'il faut considérer les Mactridés comme un simple rameau dérivé des Hétérodonates; les formes voisines sont bien connues, je citerai seulement les *Lutraria* déformés par une station cavicole permanente, les *Cultellus* et les *Ensis* fouisseurs. Les *Solenocurtus* qui présentent une charnière lucinoïde normale $\frac{3ab}{2, 4b}$, sans dédoublement de la dent 2 constituent probablement une petite branche distincte.

Rudistes.

Les Rudistes apparaissent brusquement dans le Rauracien et sur le rivage occidental du massif vosgien émergé à cette époque. Le genre *Diceras* qui est la souche de tout le groupe, présente dès son origine un assez grand nombre d'espèces, peu différentes d'ailleurs les unes des autres ; il est essentiellement caractérisé par la fixation directe d'une des valves, et on peut distinguer deux groupes suivant que la fixation se fait par la valve droite ou par la valve gauche.

Ce type nouveau correspond bien certainement à un changement brusque dans la manière de vivre de l'animal, et il en est résulté une telle modification dans la forme de la coquille, que la détermination des formes ancestrales est rendue très difficile. Si nous examinons tout d'abord la charnière, nous verrons qu'elle est réduite presque au minimum, à 3 dents : il n'y a pas de latérales postérieures, ce qui est dû à la croissance tangentielle rapide de la coquille et du ligament vers le côté postérieur ; la valve droite présente une forte dent marginale voisine du ligament, c'est bien certainement une dent *3b* ; à l'autre extrémité, une petite dent se dessine immédiatement à côté du muscle antérieur, c'est une dent musculaire, c'est-à-dire une latérale A I ; entre ces deux dents de la valve droite, on distingue une profonde fossette correspondant à une forte dent qui se recourbe autour de la dent A I, c'est une latérale A II ; par rapport à *3b*, ce serait une dent 2. En réalité, les deux dents paraissent fusionnées, ce qui doit être attribué à l'extrême brièveté de toute la partie antérieure. En somme, c'est une formule dentaire d'Hétérodonte lucinoïde.

D'autre part, l'ornementation caractéristique de tout le groupe des Rudistes, bien qu'elle n'apparaisse que sporadiquement dans certains genres, est constituée par des côtes rayonnantes plus ou moins accentuées. Or, nous ne rencontrons cette ornementation que dans deux familles contemporaines de l'apparition des *Diceras*, dans les *Corbis* et dans les *Cardium*. L'ornementation des premiers est plutôt treillissée, et les lamelles d'accroissement développées et saillantes dans toute la famille des Lucinidés, font défaut dans l'ornementation des Rudistes normaux qui se rapprochent ainsi plutôt des *Cardium* ; mais il est un autre caractère plus important, c'est celui qui est fourni par le muscle postérieur : dans les *Pterocardium* du Rauracien, il est porté par une lame saillante qui s'enfonce sur le plancher cardinal, et cette disposition assez exceptionnelle se retrouve exactement dans *Diceras*. Il est donc très vraisemblable que ce genre dérive directement de *Pterocardium*, par la fixation tantôt de la valve droite, tantôt de la valve gauche.

On peut se rendre compte des conditions dans lesquelles la fixation a pris naissance : un *Pterocardium* très jeune rampait sur son pied dans l'eau agitée où se développaient les récifs de coraux ; il est couché par les courants, mais il adhère fortement par son pied ; le bord de la coquille est ainsi pris entre le pied et le rocher, le périostracum encore mou, pressé contre ce dernier, se moule sur lui et adhère ; et cette fixation est ensuite consolidée par le dépôt des couches calcaires du test.

Je n'entrerai pas ici dans le détail des modifications si diverses qui caractérisent l'évolution des Rudistes, elles ont été l'objet de travaux spéciaux ; j'indiquerai seulement quelques points particuliers, la disparition de la lame myophore postérieure dans les *Heterodiceras*, toujours fixés par la valve gauche, puis l'apparition et le développement progressif d'une latérale postérieure P II, quand la vitesse du développement tangentiel diminue, la coquille passant alors de la forme spirale à la forme conique ; mais en même temps la charnière reste réduite à son minimum de 3 dents, la latérale A I disparaît, et la formule dentaire devient A II, *3b*, P II. Elle est devenue symétrique par rapport à la dent de la valve droite ; cette modification paraît liée à la fixation par la valve droite (formes inverses). La disposition de la charnière va se simplifier encore : on sait comment le ligament devient interne, entraînant avec lui un repli des couches externes de la coquille, mais il fonctionne difficilement dans cette position, il s'atrophie et disparaît ; la dent ligamentaire elle-même, *3b*, s'atrophie aussi peu à peu et disparaît de même (*Bournonia*), de sorte que le mouvement de la valve supérieure n'est plus guidé que par les deux latérales A II et P II, se déplaçant dans deux sortes de glissières.

Les Rudistes s'éteignent à la fin de la période crétacée ; dans la craie supérieure ils sont encore représentés par des formes normales (fixées par la valve gauche) *Apricardia*, caractérisées par des lames myophores postérieures saillantes et par des formes inverses beaucoup plus nombreuses, les unes tout à fait exceptionnelles comme les *Radiolitidés* et les *Hippuritidés*, ou comme les *Plagiptychus* et les *Coralliochama*, les autres plus simples, les *Monopleuridés*. C'est à côté de cette faune encore si diversifiée qu'apparaissent les Chamidés.

Chamidés.

Les Chames se montrent pour la première fois, à l'état fossile, dans le Crétacé supérieur à Gosau, et un peu plus tard dans le Midi de la France ; elles présentent les mêmes caractères

que dans le Tertiaire, et ceux-ci persistent à l'époque actuelle. Elles dérivent certainement par fixation d'un type préexistant, mais lequel? La charnière, tout en étant encore du type lucinoïde, diffère notablement de celle des Rudistes des mêmes couches. La comparaison avec les formes les plus simples. *Apricardia*, *Monopleura* ou *Gyropleura* ne montre que des différences. L'ornementation qui, dans les derniers genres, est essentiellement formée de côtes rayonnantes, est dans les Chames, au contraire, constituée par des lamelles souvent très saillantes et frangées. On sait que celle du jeune, avant la fixation, donne fréquemment des indications assez nettes sur la parenté des groupes : elle se compose ici de fines côtes rayonnantes, très régulières coupées par des lames concentriques très distantes et régulièrement espacées¹; Bernard la compare avec celles de certains Vénéridés, mais il ne peut être question de ces formes qui sont du type cyrénoïde et sinupalléales; l'analogie est au contraire avec les *Corbis*, c'est-à-dire avec les Lucinidés, et ce rapprochement est encore confirmé par le grand développement des lames d'accroissement dans les Chames adultes.

On voit donc que les Chamidés ne sont pas proches parents des Rudistes comme on le dit habituellement, et comme je l'avais cru moi-même au début de mes recherches. Sans doute, ils dérivent des Hétérodontes par le même processus de fixation directe, mais il semble bien qu'ils dérivent de types différents et à des époques différentes, les Rudistes des Cardiidés à la base du Jurassique supérieur, et les Chamidés des Lucinidés pendant le Crétacé supérieur.

Hétérodontes (du type cyrénoïde).

Le groupe précédent n'a que deux cardinales sur chaque valve, celui-ci au contraire en a un plus grand nombre, trois sur chaque valve, il correspond au type *cyrénoïde* de Bernard. Ce groupe avait été étudié particulièrement tout d'abord par Munier-Chalmas et ce dernier avait conclu de ses recherches que les cardinales résultaient de l'allongement des latérales : ce n'est que partiellement exact. Nous venons de voir en effet, que les cardinales des Préhétérodontes et celles des Hétérodontes du premier groupe sont primitives et tout à fait indépendantes des latérales; il n'existe entre les deux sortes de dents, qu'une analogie de position, permettant de grouper ensemble par exemple les dents

1. BERNARD. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 56, 1897.

extérieures de la valve droite sous les numéros III et 3, aussi bien les latérales que les cardinales, de même que les extérieures de la valve gauche pourront être réunies sous la notation IV et 4. Mais dans le second groupe des Hétérodontes une dent cardinale nouvelle apparaît et celle-ci se rattache directement aux latérales, c'est la dent 1.

Examinons les formes les plus anciennes du groupe : l'une d'elles a été décrite par Dunker sous le nom de *Mesodesma Germari* (fig. 38, 39), elle provient de l'Infralias. Les cardinales sont

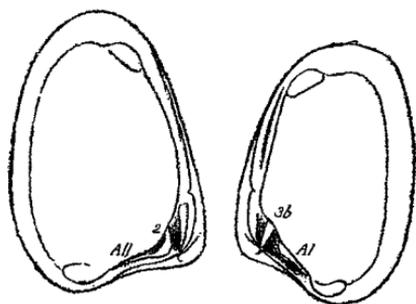


FIG. 38, 39. — *Eotrapezium Germari* DUNKER sp., de l'Infralias d'Halberstadt.

disposées à peu près comme dans les Astartidés, mais les latérales sont bien développées, et comme le côté antérieur est court, la latérale antérieure A II sur la valve gauche arrive au contact de la cardinale 2 ; à l'intérieur de cette dent complexe, vient

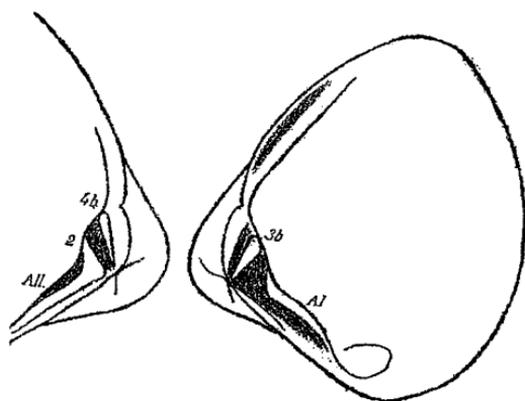


FIG. 40, 41. — *Eotrapezium*, du Sinémurien de Simon-la-Vineuse (Vendée).

s'appuyer la latérale antérieure de l'autre valve A I ; c'est à peine si celle-ci se renfle un peu à son extrémité. La même disposition se retrouve dans des échantillons du Sinémurien de la Vendée qui m'ont été aimablement communiqués par M. Chartron (fig. 40, 41) ; elle persiste sans grandes modifications dans le Batho-

nien (fig. 42). On pourrait distinguer ces premières formes dans lesquelles la dent 1 n'est qu'à peine ébauchée, sous le nom de *Eotrapezium*, en prenant pour type l'*Eotr. Germari*. Mais dès le Sinémurien, on rencontre à côté du type précédent,

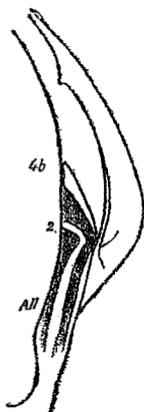


FIG. 42. — *Eotrapezium*, du Bathonien de Coulmy (coll. Terquem).

des échantillons où la dent A I est plus courte et se renfle à son extrémité pour donner naissance à une dent nouvelle ; les mêmes formes se rencontrent dans le Toarcien où la série des échantillons



FIG. 43. — *Pronoella lævigata* TERQ., du Sinémurien de Simon-la-Vineuse.

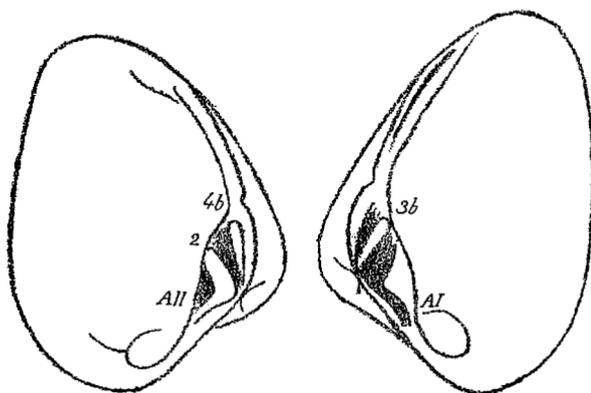


FIG. 44, 45. — *Pronoella lævigata* TERQ., du Sinémurien de Bessay (Vendée).

montre bien tous les passages depuis la forme ancienne *Eotrapezium* jusqu'au genre *Pronoella*. La figure 43 montre l'extrémité postérieure de AI, commençant à s'individualiser ; cette individualisation et la séparation des dents 1 et A I est bien plus

complète dans les échantillons du Lias supérieur de la figure 46 que dans celles du Sinémurien (fig. 44, 45). Elle est encore mieux caractérisée dans *Pronoella lotharingica* (fig. 47, 48) et dans *Pr. trigonellaris* (fig. 49, 50) type du genre. On voit dans ces diverses formes la dent 2 conserver son importance, mais se relier ordinairement à la latérale A II par une partie

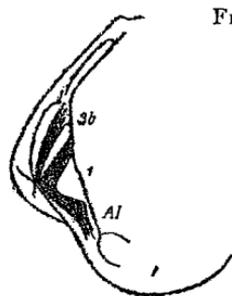


FIG. 46. — *Pronoella Lebruni* D'ORB., du Supralias de Maxeville.

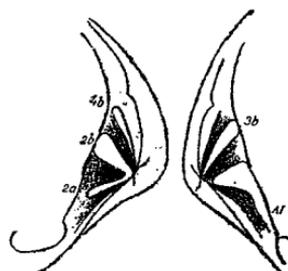


FIG. 47, 48. — *Pronoella lotharingica*, du Supralias de Longwy.

intermédiaire qui représente en réalité une ébauche de la dent 2 a, quelquefois même à peu près individualisée comme dans la figure 47. Celle-ci prend de plus en plus d'importance dans

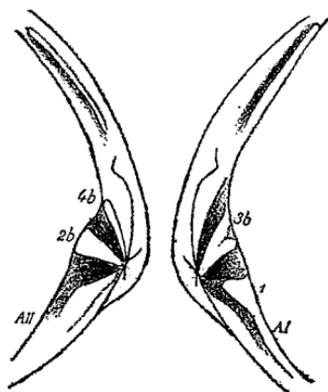


FIG. 49, 50. — *Pronoella trigonellaris* SCHN., du Supralias de Gundershoffen.

la famille des Cyprinidés, comme on le voit par exemple, dans le *Pseudotrapezium cordiforme* du Bajocien (fig. 51) et dans le *Venericardia oblonga* du Cénomaniens (fig. 52).

Il en est de même pour la dent 1 qui n'est en réalité que l'extrémité postérieure individualisée de la latérale A I; elle ne prendra sa véritable signification que lorsque la dent 2 a sera suffisamment développée, jusqu'à ce moment je lui donnerai une notation particulière en mettant le chiffre 1 entre parenthèses (1); et il arrivera quelquefois que cette dent (1) ne pourra être séparée de A I ou bien perdra son individualité.

Ainsi dans *Anisocardia Baylei* de l'Albien (fig. 53), la latérale A I ne présente aucun renflement correspondant à (1) et son extrémité arrive presque au contact de 3a, séparant ainsi la dent 2 très développée, de la latérale A II ; rien ne correspond à



FIG. 51. — *Pseudotrappesium cordiforme* DESH., du Bajocien de Bayeux.

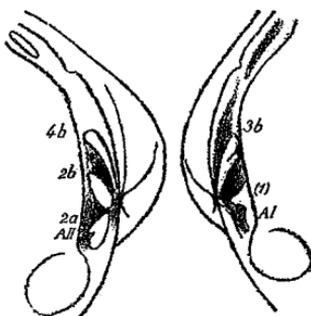


FIG. 52. — *Venericardia oblonga* D'ORB., du Cénomaniens de la Sarthe.



FIG. 53. — *Anisocardia Baylei* MUN.-CH., de l'Albien de Saint-Florentin.

une dent 2a. L'exagération de cette disposition permet d'expliquer la constitution si particulière que l'on observe dans les prétendues Isocardes du Lias supérieur (fig. 54, 55, 56). La croissance

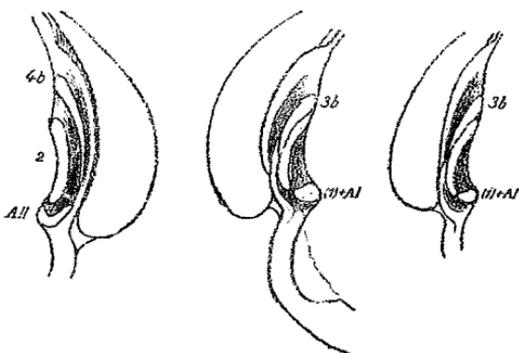


FIG. 54, 55, 56. — *Pseudisocardia cordata* BUCKM. du Supralias de Longwy.

tangentielle rapide de la coquille du côté postérieur a pour conséquence un raccourcissement de la charnière, et une déviation des dents qui prennent une forme arquée caractéristique : on distingue sur la valve gauche les dents habituelles 4b et 2, puis en avant de celle-ci, une dent en croissant dont la signification

est un peu douteuse, on pourrait la considérer à première vue soit comme une cardinale prolongement de *4b*, ce serait alors la dent *4a*, soit comme une latérale A II. L'examen de la valve droite va trancher la question : on distingue sur celle-ci une dent *3b*, double comme on l'observe fréquemment dans tout le groupe ; elle vient presque au contact d'une dent arrondie qui paraît la continuer, et se développe sur le *bord interne* du plancher cardinal ; celle-ci par suite ne peut être qu'une dent I et par sa position en avant de la dent *2* elle doit être interprétée comme la latérale A I. La dent qui la suit sur l'autre valve ne peut être que A II. En réalité, cette charnière est tout à fait comparable à celle de la figure précédente (fig. 53), dont elle pourrait dériver par une compression dans la direction antéro-postérieure. Elle diffère du reste très nettement des véritables *Isocardes* du Pliocène (fig. 57)

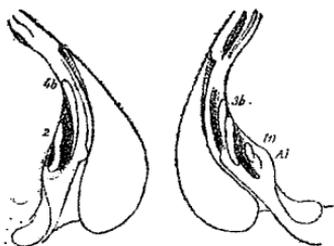


FIG. 57. — *Isocardia Cor* LINNÉ, du Pliocène d'Anvers.

dans lesquelles la dent *2* dépasse largement l'extrémité antérieure de *3*, permettant ainsi à la latérale A I de se développer vers le côté postérieur, et de donner naissance à une véritable dent *1* située normalement à l'intérieur de la dent *2*. La forme du Lias supérieur devrait donc être distinguée du genre *Isocardia* ; je propose pour cette forme le genre *Pseudisocardia* (type *Ps. cordata*). Dans toute cette famille des Cyprinidés, on voit ainsi prendre naissance deux dents nouvelles, *2a* et *1*, mais elles ne sont encore développées qu'un peu irrégulièrement, au moins dans les formes secondaires, la dent primitive *2* conservant presque toujours son importance et sa position normale au centre de la charnière. C'est seulement dans les formes plus évoluées que la dent *1* poursuivant son mouvement vers l'arrière de la charnière arrive à prendre sa place définitive en dedans de *2* : celle-ci se complète normalement alors par l'adjonction d'une dent *2a*, la dent primitive devenant alors *2b* ; ces dents ont, comme on le voit, une origine bien différente des dents ayant la même notation dans les charnières schizodontes, où elles proviennent du dédoublement de la dent *2*.

A partir de l'époque éocène le type cyrénoïde se développe

franchement, la dent *2a* ayant pris une importance analogue à celle de *2b* ; c'est la famille bien connue des Cyrénéidés. Presque en même temps, apparaissent des formes à siphons allongés, sinupalléales, ce sont les Vénéridés, si développés dans le Tertiaire supérieur et dans les mers actuelles.

Dysodontes.

Les Dysodontes de Neumayr sont essentiellement pour lui des Anisomyaires, c'est-à-dire des formes où le muscle antérieur est plus ou moins atrophié. J'ai montré que cette disposition résultait d'une fixation byssale ; les Dysodontes sont donc essentiellement byssifères. Ce mode de fixation peut du reste s'effectuer de manières très différentes, suivant la longueur du byssus ; quand celui-ci est court, la fixation ne diffère pas sensiblement de la fixation pédieuse, la pression sur le muscle antérieur reste modérée, et l'inégalité des muscles est faible ; elle augmente quand le byssus s'allonge, le muscle antérieur diminue alors de plus en plus (Mytilidés), et finit par disparaître (Monomyaires).

On peut distinguer deux grands groupes dans les Dysodontes : dans le premier, la charnière est droite, le ligament est amphidète, d'abord simple, et s'insérant sur une aréa plus ou moins développée, ce sont les Ptérinéidés. Dans le second, la charnière est courbe, le ligament est opisthodète, il reste marginal, et il n'y a pas d'aréa, ce sont les Mytilidés.

Ptérinéidés.

Dans les formes primitives de l'Ordovicien, *Cypricardites* (fig. 58) CONRAD et *Cyrtodonta* BILLINGS ou *Palæarca* HALL (fig. 59),

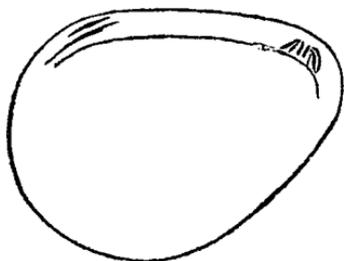


FIG. 58. — *Cypricardites* CONRAD. — Ann. report., 1841 (reproduit par Hall, Contr. to Pal., p. 9, 1858 et 15^e ann. report. pl. II, fig. 4).

la charnière est très nettement du type actinodonte, avec une tendance à présenter des dents toutes dirigées dans le même sens. Des formes analogues ont été figurées dans la belle monographie

des *Aviculidés* dévoniens d'Allemagne de Frech¹ sous le nom de *Cyrtodonta* (fig. 60).

Les *Pterinea*² ont une charnière analogue, tandis que certains *Actinodesma* (in French., pl. VIII, fig. 5) auraient une charnière de *Lyrodesma*. Parmi les *Gosseletia* (ibid., pl. XIV, fig. 8) il en est qui

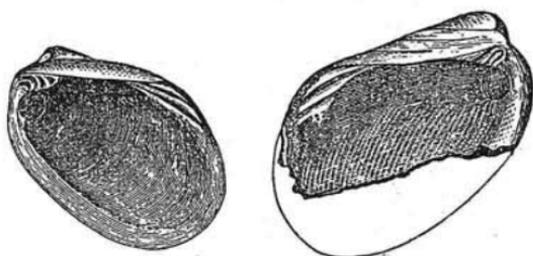


FIG. 59. — *Palæarca ventricosa* HALL. — Ibid., p. 5.

ne diffèrent guère des *Cyrtodonta*, tandis que d'autres paraissent avoir un ligament marginal, et se rapprocheraient plutôt des *Mytilidés*.

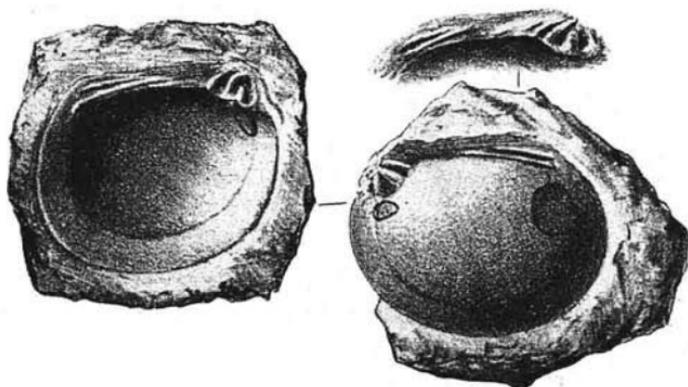


FIG. 60. — *Cyrtodonta declivis* RÖEMER. — In Frech, Dev. Avic., pl. IV, fig. 2.

La charnière s'atténue beaucoup ou disparaît même dans les *Aviculopecten*, en même temps que l'échancrure byssale se rapproche de la charnière, amenant ainsi la disparition du muscle antérieur.

Un type persiste depuis la fin des temps primaires jusqu'à l'époque actuelle, ce sont les *Aviculidés* nacrés, caractérisés

1. Abh. z. geol. Specialkarte von Preussen, K. preussischen geol. Landes Anst., vol. IX, 1891.

2. FRECH. loc. cit., pl. VIII, fig. 1.

par le renforcement du ligament par un cartilage simple et médian dans les Avicules, multiple dans les Pernes et dans les *Gervilleia* où reparaissent les dents des Ptérinées. Ces formes sont inéquivalves et ordinairement couchées sur la valve droite. D'autres formes dérivées ont perdu leur test nacré, ce sont les Pectinidés, caractérisés par une charnière droite et un ligament formé d'une partie marginale et d'un cartilage occupant une cavité médiane triangulaire ; de part et d'autre du ligament médian, on voit reparaître quelquefois un petit nombre de dents symétriquement placées. J'ai indiqué dans une note précédente que la pseudo-symétrie des Pectinidés était la conséquence de la vie plus active menée par ces animaux : j'ai montré en outre que les modifications de leur forme extérieure résultaient de leur manière de vivre. Quelques formes extrêmes Plicatules, Hinnites, Spondyles résultent d'une fixation directe, toujours par la valve droite.

Les Limes, à test porcelané, sont moins dissymétriques, l'aréa ligamentaire est plus courte, elle présente toujours une dépression médiane correspondant au cartilage du ligament. C'est de ce groupe que paraissent dériver les Ostréidés par fixation directe, mais dans ce dernier cas, c'est toujours la valve gauche qui se soude aux rochers ; cette dérivation est encore douteuse, il ne serait pas impossible que les Huîtres dérivassent directement des Vulselles ; certaines des espèces de ces deux genres se ressemblent tellement, qu'elles ont donné lieu à des confusions.

Arcidés.

Les formes anciennes se rapprochent beaucoup plus des Ptérinées que des Nucules ; la ligne cardinale est droite, le ligament est inséré sur une aréa, la charnière est du type macrodonte et diffère peu de celle des Actinodontes. Le caractère tiré de la nature du test nacré ou porcelané ne peut malheureusement pas être utilisé sur les fossiles anciens ; en outre dans les Arcidés, le côté antérieur est toujours moins développé que le côté opposé. Il en résulte que même sur les formes carbonifériennes, il est quelquefois difficile de savoir si certaines formes sont des Dysodontes ou des Arcidés, et quand l'aréa est peu développée on pourrait presque hésiter à en faire des Actinodontes. Il est certain que ces divers types n'étaient pas à l'origine très nettement séparés. Mais si dans les formes anciennes (fig. 61 et 62), toutes les dents ont une tendance à être parallèles, on voit déjà dans les *Macrodon* secondaires, les dents se recourber dans le voisinage

du sommet et converger vers l'intérieur (fig. 63 et 64). Bernard, en étudiant le développement des Cucullées¹, a montré que ce sont ces extrémités recourbées en forme de crochets qui, par leur accumulation, produisent la charnière taxodonte habituelle des

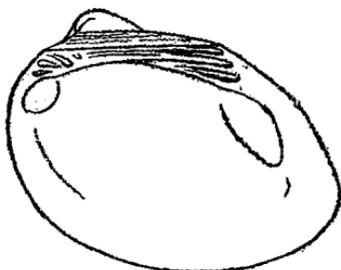


FIG. 61. — *Parallelodon obtusum*, du Carbonifère de Visé.



FIG. 62. — *Parallelodon*, du Carbonifère de Tournay.

Arcidés. Celle-ci est donc loin d'être primitive, et il n'est plus possible de rapprocher ces formes de Nuculidés. Les Arcidés constituent en réalité une branche parallèle à celle des Aviculidés, mais fixés seulement par le pied ; il en est résulté une diminution beaucoup moins grande du muscle antérieur, et d'une manière

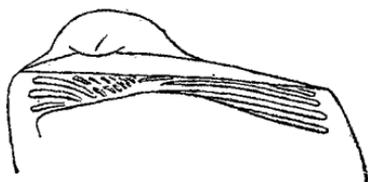


FIG. 63. — *Macrodon*, du Supralias de Gundershoffen.

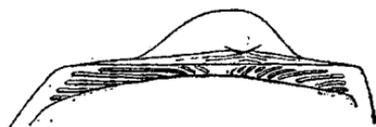


FIG. 64. — *Macrodon*, du Bajocien de Saint-Vigor.

générale de toute la partie antérieure de l'animal. Nous ne savons pas exactement à partir de quelle époque la coquille est devenue porcelanée.

Mytilidés.

Les Mytilidés se différencient des Ptérinéidés par la disposition du ligament, opisthodète au lieu d'être amphidète ; il n'y a pas d'aréa et la charnière est courbe. Le côté antérieur est encore moins développé que dans les Ptérinéidés. La charnière, quand elle existe, est du même type ; on le voit bien dans les *Gossetia* dont la plupart paraissent devoir être rangées dans les

1. B. S. G. F. [3], février 1896, p. 72 et suiv.

Mytilidés. Très fréquemment l'appareil cardinal est atrophié, et le type *Mytilus* nacré, tel que nous le connaissons aujourd'hui, a persisté au moins depuis le commencement de l'époque secondaire.

A côté des *Gosseletia* il faut placer les *Lunulicardium* du Silurien supérieur, dans lesquels on observe souvent une échancrure pédieuse, et les *Conocardium* où cette échancrure est remplacée par un tube plus ou moins allongé. Ce rapprochement a été admis par Dall dans sa classification ; depuis longtemps il avait été réalisé dans la collection de l'École des Mines.

Desmodontes.

Ici encore la caractéristique la plus importante du groupe, tel qu'il avait été constitué au début, correspond à une manière de vivre particulière de l'animal : au lieu d'être fixé par un byssus et couché sur le côté, il adhère simplement par le pied et reste dressé ; il vit enfoncé dans le sable ou dans la vase, et dans certains cas, il peut même creuser son habitation dans des roches plus ou moins dures, dans le calcaire et dans le gneiss. Tous ces faits sont bien connus ; c'est ce que j'ai appelé la station cavicole. Mais si nous voulons être fidèles au principe de la classification phylogénique, il ne sera pas possible de maintenir dans ce groupe toutes les formes que Neumayr y avait placées. Les caractères que je viens d'indiquer, sont en effet essentiellement adaptatifs, et on peut les retrouver plus ou moins complètement dans des types d'origine différente, dès l'instant où ces animaux adopteront cette manière de vivre particulière. J'ai déjà signalé l'allongement des siphons dans plusieurs familles d'Hétérodontes, et nous avons vu que dans l'une d'elles, dans les Mactridés, la coquille arrivait à prendre une forme presque identique à celle de certains Desmodontes typiques.

Il faudra donc restreindre ce groupe aux formes qui dérivent des premiers types cavicoles. Ceux-ci sont bien connus, ils correspondent au moins à trois des familles énumérées par Neumayr, les Protomyidés, les Solénopsidés et les Grammysiidés. La forme de la coquille est très caractéristique, mais la charnière n'est pas connue ; exception doit être faite pourtant, pour un type de l'Ordovicien qui a été décrit par de Verneuil et Barrande¹ sous le nom de *Sanguinolites Pellicoï* (fig. 65) ; la même espèce se

1. La géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède par CASIANO DE PRADO suivie d'une description des fossiles par DE VERNEUIL et BARRANDE. *B.S.G.F.*, (2), XII, 1855, pl. xxvii, fig. 4.

retrouve en Bretagne. Ce sont des moules qui montrent l'existence d'au moins une forte dent sur chaque valve (fig. 65); leur disposition est exactement celle que l'on observe sur les moules de Panopées (fig. 69) : c'est une charnière très réduite.

FIG. 65. — *Sanguinolites Pellicoi* DE VERN. de l'Ordovicien de la Sierra Morena (coll. Éc. des Mines).



FIG. 66. — *Sanguinolites Pellicoi* DE VERN. de l'Ordovicien de Brix (coll. Éc. des Mines).



Il faut arriver jusqu'aux *Pleuromya* des terrains secondaires pour avoir des notions plus précises; j'ai figuré dans un travail précédent¹ la charnière de deux des espèces de ce genre (fig. 67 et 68), qui était certainement nacré. J'ai montré que cette même disposition de charnière se retrouvait dans les formes dérivées, porcelanées, les Panopées (fig. 69) et les *Solen*.

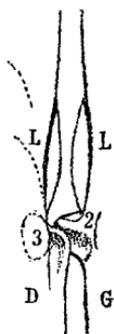


FIG. 67. — *Pleuromya marginata* AG., du Bathonien des Clapes.

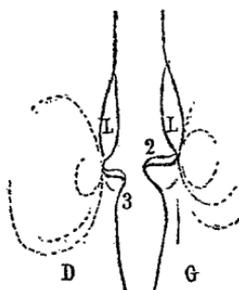


FIG. 68. — *Pl. Voltzi* AG. de l'Astarien de Trouville.

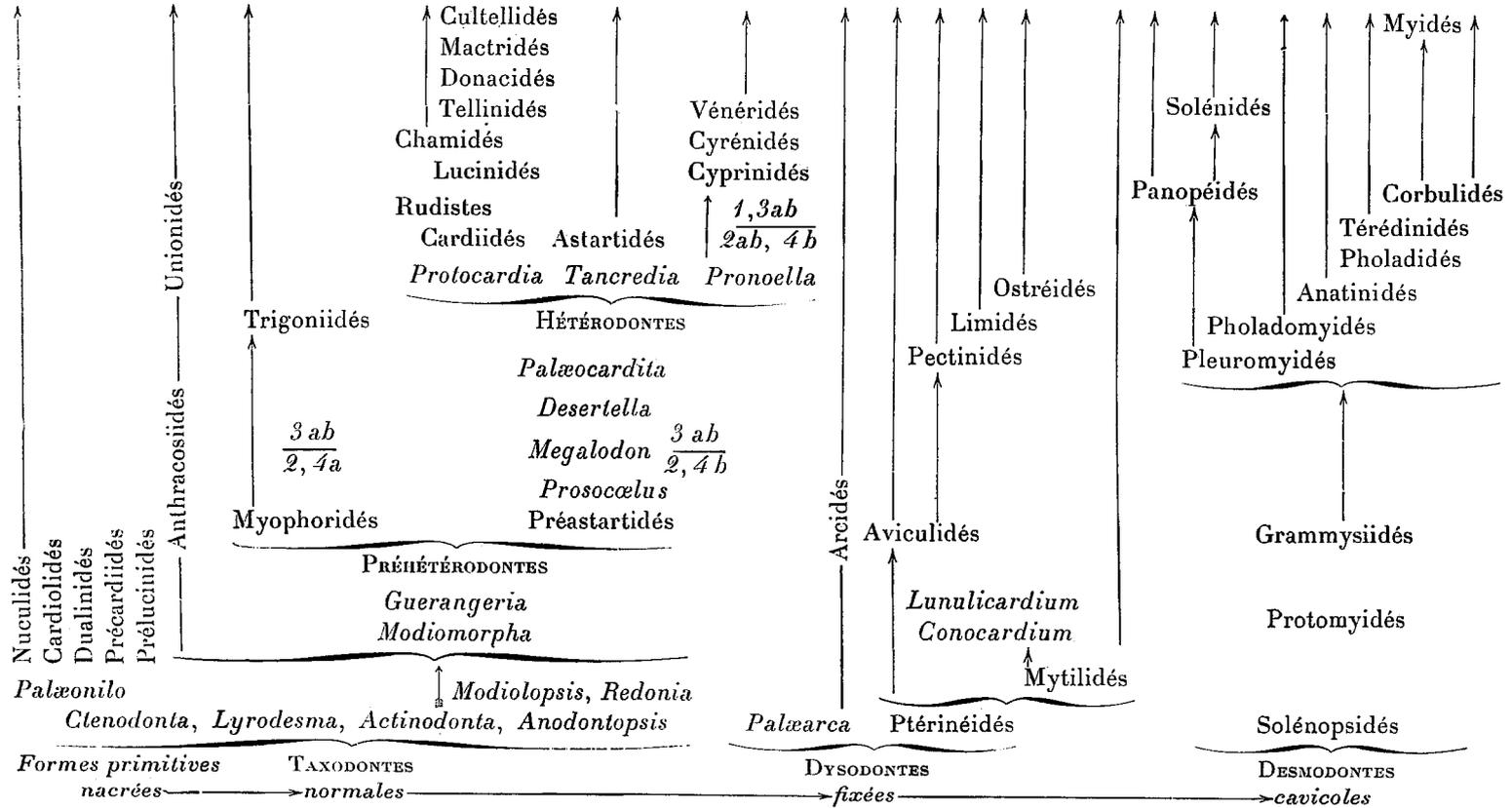


FIG. 69. — *Panopea regularis* D'ORB., du Turonien de Bourré.

Comme je l'ai indiqué plus haut, l'animal enfoncé dans son trou est à peu près à l'abri, il n'a plus besoin d'être exactement clos dans sa coquille et par suite, de fermer ses valves, les dents cardinales s'atrophient, sauf dans le cas des animaux fouisseurs,

¹ Les Lamellibranches cavicoles ou Desmodontes. *B.S.G.F.*, (4), VII, p. 96, 1907.

TABLEAU PHYLOGÉNIQUE DES LAMELLIBRANCHES



comme les *Solen* où les deux valves ont besoin d'être solidement maintenues en connexion ; la coquille est ordinairement bâillante. L'absence de charnière est bien connue dans tout le groupe des *Pholadomyidés* et des *Anatinidés* également nacrés ; chez les formes dérivées *Pholadidés*, *Térédinidés*, etc., le test est au contraire porcelané. Les *Clavagellidés* doivent être rapprochés des Anatines.

Il peut arriver que les Cavicoles soient chassés de leur habitation, et qu'ils continuent à vivre couchés sur le côté ; lorsque cette nouvelle station persiste, la coquille devient dissymétrique comme je l'ai indiqué ; c'est, par exemple, le cas des *Corbules*, dans lequel la dissymétrie affecte non seulement la forme générale de la coquille, mais aussi le ligament qui vient s'insérer directement sur la valve droite, tandis que de l'autre côté il est porté sur un cuilleron saillant. Si l'animal redevient cavicole, la symétrie de la coquille paraît se rétablir, mais j'ai cité plusieurs cas où la dissymétrie du ligament persistait ; c'est ainsi qu'on peut expliquer la disposition si singulière que présentent les *Myes*.

On retrouve une dissymétrie analogue dans plusieurs genres fossiles, en particulier dans les *Ceromya*, *Gresslya* et *Myopholas*.

Le tableau de la page 466 résume la classification proposée.

SUR LA POSITION SYSTÉMATIQUE DE *CERVUS PACHYGENYS* POMEL DU QUATERNAIRE ALGÉRIEN

PAR **L. Joleaud**¹

En 1893, Pomel² a décrit un Cervidé nouveau du Quaternaire d'Algérie auquel il a imposé le nom de *Cervus pachygenys*. La mandibule de cette espèce est essentiellement caractérisée par la turgescence de sa branche horizontale, et l'épaisseur de son apophyse coronoïde dont le bord antérieur s'élève en ligne droite à partir de l'arrière-molaire. Dans la monographie qu'il en a publiée, Pomel compare son « Cerf à joues épaisses » au Cerf des tourbières de la Somme, sans doute au *C. (Dama) somonensis* DESM.

M. Debruge a bien voulu me confier, pour les étudier, diverses pièces inédites de *C. pachygenys* qu'il a recueillies récemment avec des restes d'industrie du Paléolithique moyen (Moustérien), dans l'abri du Pic des Singes, près de Bougie. Je le remercie vivement de son aimable communication, qui me permet d'ajouter quelques observations nouvelles à ce que l'on savait déjà de cette intéressante espèce.

La mâchoire supérieure de *C. pachygenys* n'était pas connue de Pomel. M. Debruge en a trouvé un fragment important, qui présente en place les trois prémolaires et les deux premières molaires du côté droit.

La première prémolaire a 10 mm. de long sur 11 de large ; la deuxième, 13 sur 15, et la troisième, 14 sur 16. Tandis que la muraille externe est presque verticale avec deux sinus séparés par trois crêtes bien marquées, la muraille interne est fortement inclinée vers le dehors et porte, à la base de la couronne, un bourrelet arrondi, faisant surtout saillie du côté antérieur. Les croissants de détritition sont proportionnellement moins larges que les croissants lacunaires.

La première molaire a 17 mm. de long sur 20 de large, et la deuxième sensiblement autant ; elles sont malheureusement assez mal conservées. Le bourrelet basilaire de la couronne y est néanmoins encore bien indiqué, principalement vers la face antérieure.

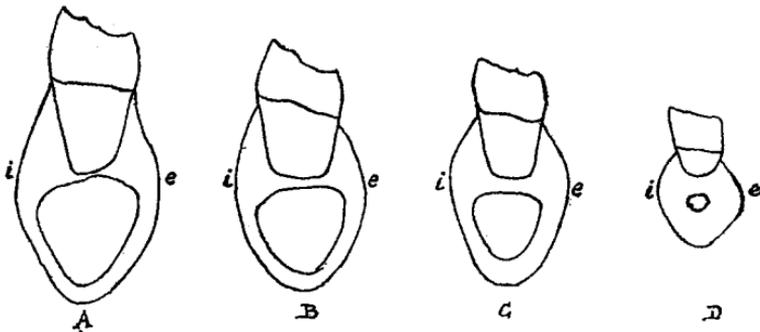
1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1912.

2. *C. R. Ac. Sc.*, CXV, p. 213 et *Carte géol. Algérie, Paléont., Monogr.*, Caméliens et Cervidés, 1893, p. 36 et suiv., pl. VII et VIII.

Les croissants de détritition sont aussi moins larges que les croissants lacunaires.

Toutes ces dents sont donc nettement plus larges que longues ; particularité qui semble se retrouver plutôt chez les *Megaceros* et les *Dama*¹ que chez les *Elaphus*².

L'os maxillaire est très épais, et limité par un abrupt vers l'extérieur.



CROUPES TRANSVERSALES DE LA MANDIBULE

prises au niveau du lobe postérieur de M₂. — Échelle : 1/2.

A, *Cervus megaceros* HART., du Pléistocène d'Irlande. — B, *Cervus megaceros* HART., var., du Pléistocène du Val de Chiana (Toscane). — C, *Cervus Dupuisi* STEHLIN, du Postpliocène de Rosières (Cher). — D, *Cervus pachygenys* POMEL, du Pléistocène de Bougie (Algérie). — i, côté interne; e, côté externe. — [A et B, d'après MM. HARLÉ et STEHLIN, *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 43. — C, d'après M. STEHLIN, *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 202. — D, d'après une pièce communiquée par M. DEBRUGE].

D'après M. Stehlin³, les *Megaceros* seraient surtout remarquables par leur *mandibule à branche horizontale épaisse, basse et arrondie*. Ce sont là des caractères qui sont particulièrement bien accusés dans *C. pachygenys*, comme le montrent les figures ci-dessous. Sans être aussi accentués que dans l'espèce algérienne, ils se présentent déjà comme mieux marqués dans *C. (Megaceros) Dupuisi* STEHLIN du Postpliocène de Rosières, de Suessenborn, de Mosbach et de Saint-Prest que dans *C. (Megaceros) megaceros* HART. du Pléistocène d'Irlande, de Toscane, etc.

1. Voy. notamment M. BOULE : Les grottes de Grimaldi, I, fasc. 3, 1910, p. 210.

2. Des molaires supérieures d'un *Elaphus*, très vraisemblablement du *C. barbarus* provenant du Pléistocène de la grotte du Mouflon, près de Constantine, m'ont été également communiquées par M. Debruge. Elles ont, la première 21 mm. de long sur 20 de large, la deuxième, 23 sur 19 et la troisième 24 sur 21 ; elles sont donc à peu près aussi longues que larges. Contrairement à celles de *C. pachygenys*, elles ont leurs croissants triturants presque deux fois plus larges que leurs croissants lacunaires, et le bourrelet basal de leur couronne est relativement peu épais.

3. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 202.

De même, la verticalité du bord antérieur de la branche montante de la mandibule, sans être aussi franche dans *C. Dupuisi* que dans *C. pachygenys*, l'est cependant plus dans l'espèce du Postpliocène que dans *C. megaceros*.

Si *C. Dupuisi* est un peu plus petit que *C. megaceros*, il est bien plus grand que *C. pachygenys*, comme le montre le tableau ci-après :

ESPÈCES	Longueurs de m_1-m_3
<i>C. pachygenys</i> de Bougie (collection Debruge).	50 mm.
— de Berrouaghia (d'après Pomel).	59 mm.
<i>C. Dupuisi</i> de Rosières (d'après M. Stehlin).	82 mm.
<i>C. megaceros</i> du Val di Chiana (—).	92 à 102 mm.
— d'Irlande (—).	105 mm.

Un caractère assez net des *Megaceros* consiste encore dans l'élargissement de la base de la couronne par rapport à la longueur des molaires : celui-ci est, d'ailleurs, un peu plus faible dans *C. Dupuisi* que dans *C. megaceros*. Sur la figure donnée par M. Stehlin¹, la deuxième molaire inférieure de *C. Dupuisi*, par exemple, a 25 mm. de longueur sur 16 mm. de largeur. Celle de *C. pachygenys*, que j'ai en mains, a 17 mm. de longueur sur 19 mm. de largeur. Ainsi, le caractère mégacéroïde des molaires inférieures serait bien plus accusé dans *C. pachygenys* que dans *C. Dupuisi*.

Toutefois, ces mêmes molaires inférieures présentent un faciès bien différent de celles de *C. Dupuisi* par leurs croissants de détrition très étroits, à peine plus larges que les croissants lacunaires, surtout dans les lobes antérieurs. En outre, les extrémités des cornes des croissants forment, d'une façon générale, des angles plus saillants vers l'extrémité postérieure de la face interne dans la forme algérienne que dans l'espèce du Postpliocène européen. Contrairement à ce que l'on observe dans celle-ci², le puits du troisième lobe de la dernière molaire est relativement large et court.

Suivant M. Stehlin³, le squelette de *C. Dupuisi* indiquerait un

1. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, pl. v, fig. 10.

2. Et aussi dans le Cervidé un peu mégacéroïde de Carjac. Voir HARLÉ et STEHLIN, *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 43.

3. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 203.

animal plus robuste, et de taille plus grande que ne le laisserait supposer le seul examen des mandibules. Or il en est exactement de même de *C. pachygenys*, si l'on s'en remet aux observations de Pomel ¹. Le Cervidé de Rosières aurait eu, d'après les proportions de son ossature, à peu près les dimensions de *C. canadensis* ERXL. actuel ; le Cerf algérien aurait été, d'après la longueur de son radius, un peu moins élevé que *C. elaphus typicus* vivant.

Pomel ² a attribué à *C. pachygenys* des bois à section elliptique qu'il a comparés à des andouillers de Renne. De son côté M. Stehlin ³ pense que *C. Dupuisi* aurait eu plutôt une ramure d'*Elaphus*, comme les jeunes *Megaceros* d'Irlande.

En somme, *C. pachygenys* présente des caractères de *Megaceros* archaïque : par la petitesse de sa taille, par l'épaisseur de la branche horizontale de sa mandibule, par la verticalité du bord antérieur de son apophyse coronoïde, par le développement assez considérable de son ossature, il apparaît comme plus primitif que *C. Dupuisi* ; mais par la largeur de ses molaires et par l'aplatissement de ses bois, il se montre sensiblement plus évolué que le *Megaceros* du Postpliocène. Ses rapports avec le *C. megaceros* d'Europe étaient ainsi, au Quaternaire, comparables à ceux qui existent aujourd'hui entre *C. barbarus* BENOR. et *C. elaphus* L. d'Europe. L'on pourrait croire que, comme le Cerf de Berbérie, il dérive directement d'une espèce pliocène de faibles dimensions. Celle-ci aurait été l'ancêtre commun des *Megaceros*, dont le Cerf à joues épaisses aurait conservé la physionomie générale. L'évolution des *Megaceros* africains se serait donc trouvée retardée, peut-être comme celle des *C. corsicanus* et *barbarus*, à la suite de leur isolement géographique, par rapport au groupe principal du sous-genre qui progressait rapidement surtout dans le Nord de l'Europe. *C. pachygenys* semble donc devoir être ajouté à la liste des Mammifères barbaresques quaternaires ou actuels, apparentés de près à des types européens, mais demeurés en même temps très voisins de leurs ancêtres pliocènes, sans doute d'origine indo-africaine ⁴.

1. Caméliens et Cervidés, 1893, p. 43.

2. Caméliens et Cervidés, 1893, p. 42.

3. B. S. G. F., (4), XII, 1912, p. 204.

4. L. JOLEAUD. Étude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine (Algérie), 1912, p. 267, note infrapaginale 1 et p. 324-326.

RECHERCHES NOUVELLES SUR L'AQUITANIEN EN AQUITAINE

PAR **G. F. Dollfus**¹.

INTRODUCTION.

Les critiques que M. Repelin a formulées² à propos de mon travail sur l'étage aquitainien, m'ont conduit très opportunément à entretenir à nouveau la Société géologique, de la constitution du Miocène inférieur dans l'Aquitaine, car j'avais laissé de côté des arguments stratigraphiques dont je reconnais maintenant l'utilité. J'ai visité les points que je ne connaissais pas encore dans le Bazadais, et j'ai été conduit à de nombreux remaniements dans mes tableaux, surtout en ce qui est relatif aux molasses de l'Agenais et de l'Armagnac. Je laisserai de côté toute polémique. M. Repelin me reproche tantôt d'avoir négligé ses travaux, et tantôt d'avoir mal rapporté sa discussion avec M. Fallot, qui en a été le principal incident, ou ses divergences de vues avec M. Blayac avec lequel il n'est point encore en complet accord (campagne de 1905, publiée en 1906), cependant j'ai donné une bibliographie très développée du sujet, et je l'assure que mes omissions ont été bien involontaires.

M. Repelin d'ailleurs ne conteste pas les affinités de la faune marine aquitainienne avec le Burdigalien miocénique, mais il critique que j'en aie séparé le calcaire blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi*, pour en faire un Stampien supérieur ; mais depuis cette époque, ayant pu aller étudier les dépôts oligocènes typiques de l'Allemagne, j'ai été frappé de la nécessité d'établir un étage nouveau au sommet de l'Oligocène, et j'ai isolé mon Stampien supérieur de 1910 sous le nom d'étage kasselien. Peut-être ce perfectionnement lui donnera quelque satisfaction.

J'ai déjà expliqué que je n'étais pas le seul à avoir rattaché le calcaire blanc de l'Agenais à la Molasse moyenne de l'Agenais, après Chaubard, après Raulin, après Noulet, cette manière de voir a été préconisée par Tournouër dans ses derniers travaux, et j'estime que c'est aux derniers travaux d'un auteur qu'il faut s'en rapporter lorsqu'on veut invoquer son témoignage ; Tour-

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. *B.S.G.F.*, (4), XI, p. 100, 1911.

nouër dit, d'une manière non douteuse « Le trait principal sur la rive droite de la Gironde est donné par la grande assise du calcaire lacustre blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi* qui termine l'époque tongrienne¹ ».

Je laisserai de côté les arguments tirés des travaux de MM. Landesque et Caraven-Cachin, que M. Repelin conteste, et qui sont relatifs à une région que je n'ai pas visitée, mais partout où j'ai été étudier, j'ai trouvé les couches à *Helix Ramondi* et à *Anthraco-therium* en complète indépendance des couches miocéniques qui les surmontent, et au contraire en relation avec l'Oligocène moyen qui leur sert de base. J'ai montré qu'il n'y avait rien de miocène dans la Limagne hors les couches à *Melania* de Gergovie et les sables à *Dinotherium*; toute la partie la plus élevée des calcaires de Saint-Gérard-le-Puy et Montaigut-le-Blin qui est liée aux couches à *Helix Ramondi* est encore kasselienne.

Dans le Bassin de Paris la séparation entre le calcaire de Beauce inférieur (calcaire d'Étampes) et le calcaire de l'Orléanais (calcaire de Pithiviers), m'est apparue au cours de mes recherches pour l'établissement de la feuille de la Carte géologique « Fontainebleau » plus importante encore que je ne le pensais. J'espère sous peu publier une carte du Bassin de Paris où l'étendue respective de ces formations sera finalement établie, la faune du calcaire de l'Orléanais reste inconnue en Auvergne.

En Allemagne, dans le bassin de Mayence, tous les calcaires lacustres sont reliés par la même faune stampienne et kasselienne à l'Oligocène, sans apparition d'aucun élément miocénique nouveau. Dans la vallée du Rhône, M. Repelin ne réfute pas les travaux importants de M. Joleaud favorables à ma classification, et en Suisse il est certainement possible de diviser en deux parties les puissantes molasses qui précèdent l'invasion marine helvétique, les unes au Midi se rattachent aux couches à *Natica crassatina* avec *Helix Ramondi* tandis que les autres au Nord, avec la *Melania Escheri*, sont bien aquitaniennes. L'espace me manque pour développer cette question, étudiée déjà par M. Rollier. Revenant au Bordelais, je suis prêt à reconnaître que le nom de calcaire de Bazas que j'ai appliqué à l'Aquitaniens inférieur est mauvais, qu'il peut prêter à confusion puisque la plus grande masse du calcaire de Bazas, à Bazas même, appartient en réalité à l'Aquitaniens supérieur, il faut donc remplacer cette dénomination, dans mes tableaux, par celle de falun de La Brède, car la position stratigraphique de cette localité est très nette et

1. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, t. XXIX, 1874, p. 3.

en opposition avec le nom de falun de Lariey qui est situé au-dessus du calcaire gris de l'Agenais.

Comme autres conséquences, il faut supprimer les indications de la première colonne donnant la liste des fossiles des environs de Bazas, d'après les anciens auteurs, car des confusions s'y sont certainement glissées. Mais ces modifications sont de faible valeur, et je ne saurais accepter les changements relatifs à la distribution des espèces des gîtes de Gamachot et de la Saubotte. Je vais montrer que leur faune appartient bien réellement à l'Aquitaniens inférieur, et d'accord avec MM. Degrange-Touzin et Vignal, que le pourcentage de distribution des espèces n'est en rien modifié ; la liaison avec l'Oligocène est insignifiante en face de la relation intime avec le Miocène. Les travaux en cours de MM. Cossmann et Peyrot, sur la paléontologie du Sud-Ouest, qui n'ont en vue aucune thèse stratigraphique à soutenir, donnent une proportion d'espèces miocéniques encore plus grande que celle que nous avons fournie. Ayant reconnu, après Tournouër, l'importance du calcaire gris de l'Agenais au milieu de l'étage aquitaniens, j'ai été amené à considérer cette formation lacustre comme constituant un Aquitaniens moyen, général, prolongeant le calcaire gris du Moulin de l'Église à Saucats, et poursuivi sans interruption de vallée en vallée à travers tout le Bazadais, et tout l'Agenais jusque dans le Gers (Tournouër). Mais ce calcaire a été confondu avec le calcaire blanc par beaucoup de géologues bordelais et la liste de sa faune continentale est toute à reprendre ; je dirai même que le calcaire blanc véritable, étant très mal visible et peu développé dans le Bordelais, la plupart des listes données se rapportent au calcaire gris aquitaniens, et que les chiffres donnés jusqu'ici sont sans valeur. Ce qui a manqué à mes recherches c'est d'avoir pu constater le contact des marnes de Saint-Vivien, des couches lacustres de l'Aquitaniens supérieur, avec les premières assises de la Molasse de l'Armagnac, j'en ferai l'objet d'une nouvelle étude.

Néanmoins si l'on compare le tableau de synchronisme final de M. Repelin avec le mien, on les trouvera singulièrement concordants dans leur ensemble, surtout si on désigne son Aquitaniens inférieur sous le nom de Kasséliens, et si on isole son calcaire gris comme Aquitaniens moyen.

Il y a des horizons conducteurs tout à fait intéressants entre les bassins, les couches à *Mastodon*, *Dinotherium* et *Eumelania aquitanica* sont de ce nombre ; cette faune de Simorre qu'on trouve remaniée à la base des sables marins de Sos, Baudignan, Gabarret est la même que celle des marnes et sables de Givreuil

et des marnes de Gergovie dans la vallée de l'Allier, tout au sommet, ravinant la série des calcaires lacustres de l'Oligocène ; c'est la même que celle de Suèvres, de Chitenay, qui ravine le calcaire de l'Orléanais et qui se retrouve remaniée à la base des faluns de la Touraine. Aussi bien, on a cherché à subdiviser en plusieurs horizons les sables de l'Orléanais parce que les diverses localités n'avaient pas fourni toutes les mêmes espèces, comme pour la molasse de l'Armagnac ; mais on a dû reconnaître, en présence de statistiques locales nouvelles, qu'il s'agissait toujours d'une même faune inégalement répartie, et où tous les animaux n'étaient pas présents partout, tous à la fois.

Mon étude nouvelle se divisa naturellement en deux parties. La première sur l'Aquitanien et le Burdigalien dans les départements de la Gironde et du Lot-et-Garonne ; dans une seconde partie j'ai consigné mes observations sur la Molasse de l'Armagnac, l'examen des gîtes de Sansan, Simorre, etc., dans le département du Gers et l'étude de la faune malacologique qu'on y rencontre.

La composition de l'Aquitanien est donné par les coupes suivantes :

1° Coupe de la colline de Sainte-Croix-du-Mont, sur la rive droite de la Garonne, en amont de Bordeaux.

2° Gisements de la vallée du Giran où se rencontrent les localités critiques de la Saubotte et de Gamachot.

3° Stratigraphie des environs de Bazas.

4° Succession dans la vallée de la Baise, à Lavardac-Xaintrailles.

5° Examen des collines de Port-Sainte-Marie et d'Agen dans la vallée de la Garonne avec des détails sur le sondage profond fait à Agen.

Une coupe générale réelle, faite à l'échelle, montre la situation tectonique des assises et les superpositions démontrées (fig. 1).

COLLINE DE SAINTE-CROIX-DU-MONT.

La colline de Sainte-Croix a été étudiée bien des fois ; Tournouër, MM. Fallot, Repelin, Degrange-Touzin en ont donné des coupes, cependant le sujet ne me paraît pas épuisé, car dans ces notes on ne trouve ordinairement ni épaisseurs ni altitudes et des vues fort divergentes. La base du coteau, le long de la rive droite de la Garonne, est à 10 mètres d'altitude, au Peyrat, juste au-dessous de l'église de Sainte-Croix, on y a signalé le Calcaire à Astéries, mais je n'ai pu en constater d'affleurement ; de grands éboulements masquent la base de la colline ; j'admettrai cependant

parfaitement sa présence, ayant pu l'étudier à 5 km. au Sud-Est, à Saint-Macaire, en couches sensiblement horizontales. Le point

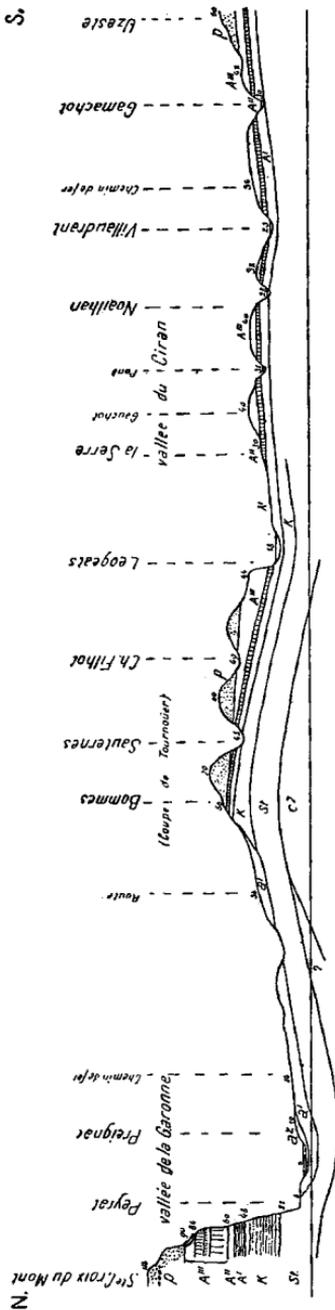


FIG. 1. — COUPE DE L'AQUITAINE ET DU KASSELLEN EN AQUITAINE. — Long. 1/150 000 env.; haut. 1/6 000.
 a^s, Alluvions de la Garonne; aⁱ Diluvium de la Garonne; p, Sables et graviers des Landes. — A, AQUITANEN (Miocène inf.);
 A'', Calcaire de Bazas; A', Calcaire gris; A', Marnes de la Brède. — K, KASSELLEN (Oligocène sup.); Marnes à Unio,
 Calcaire blanc, Molasse moyenne de l'Agenais. — St, Stampien (calcaire à Astéries); c', Grave de Landiras.

le plus bas que j'aie pu observer au Peyrat est formé de molasse argilo-sableuse à l'altitude de 45 mètres; au hameau du Haugan une excavation, à l'altitude de 42 m., montrait un sable micacé gris, assez gros, sur une épaisseur de 3 m. avec diverses couches d'argiles vertes et grises, au sommet, dans les vignes. Dans le vallon du Peyrat, à 48 m., on observe une molasse rousse surmontée d'un lit d'argile verte formant niveau d'eau. Partant de ce point, le talus d'un chemin montant au Nord, dans les vignes, permet de constater, vers 50 à 52 m. d'altitude, une argile avec nombreuses petites *Ostrea producta* sur lesquelles sont fixées *Potamides plicatus*, la succession se continue par des marnes blanchâtres, verdâtres, variées, avec lit à *Hydrobia aturensis* et *Neritina Ferussaci* sur lesquelles repose un calcaire gris, fétide, renfermant: *Helix girundica Planorbis Mantelli*, *Limnea dilatata*, c'est le calcaire gris de l'Agenais bien typique, aussi bien par sa constitution minérale que par sa faune, et c'est bien à tort que quelques auteurs ont cru y voir un représentant du calcaire blanc. Il forme deux bancs

de 30 cm. environ d'épaisseurs. A l'altitude de 60 m. se dresse

une barre ou corniche de calcaire sableux, jaune, à stratification oblique, qui forme un trait marquant dans tout le paysage et qui est incontestablement le calcaire-grès de Bazas avec Mélobesies, il renferme aussi : *Scutella Bonali* TOUR., *Amphiope ovaliflora* DESM., *Turritella vasatensis* TOUR., *Ostrea* et débris fossilifères nombreux. Ce calcaire, d'une épaisseur de 14 mètres entre 60 et 74 mètres, est parfaitement réglé d'un bout à l'autre de la colline ; il se termine au sommet par une couche non moins caractéristique qui est un banc argileux composé presque exclusivement d'*Ostrea undata* (*O. aquitanica* MAYER), épaisseur 4 m. (de 74 à 78 m.). Plus haut on retrouve un falun calcaire à Polypiers et fossiles variés, qui est fort analogue au calcaire de Bazas et que nous avons suivi jusqu'à l'altitude de 84 m. sous la propriété Rolland ; plus haut, les sables graveleux des Landes qui montent jusqu'au sommet de la colline empêchent toutes les observations. Je n'ai pas réussi à voir de dépôt lacustre au-dessus du calcaire de Bazas, les sables graveleux, chargés de cailloux très roulés de quartz blanc, ont raviné les dépôts supérieurs ; sous la cote culminante de 115, près de la propriété Pascault, ces sables et galets sont agglutinés en un poudingue à ciment fortement ferrugineux (alios des Landes). Il nous manque encore d'avoir examiné la hauteur de Cadillac pour y étudier le calcaire lacustre qui y est indiqué, et préciser son horizon, et aussi pour pouvoir indiquer la direction exacte de l'inclinaison des couches.

Nous avons pris plusieurs fois la coupe de la colline de Sainte-Croix : à la montée du pont de la Noze, dans le vallon même de Sainte-Croix, dans celui d'Haugan : la succession des assises nous a paru identique. Au pont de la Noze, entre 22 et 30 m. d'altitude, on monte dans une succession d'argiles grises et rousses avec grès argileux sans fossiles qui appartiennent à la molasse supérieure de l'Agenais ; au contour de la route et par passage insensible, ce sont des marnes vertes à nodules blancs plus ou moins lités qui tiennent la place du calcaire blanc de l'Agenais ; vers 45 m., on trouve des éboulis importants à *Ostrea undata* ; les assises sont sensiblement horizontales, c'est à peine si j'ai pu constater un relèvement de 4 m. au S.E., vers Saint-Macaire, entre Jean-la-Matte et le Peyrat.

M. Degrange-Touzin¹ a donné deux coupes de Sainte-Croix-du-Mont que nous analyserons sommairement, en mettant dans la colonne de droite le classement que nous proposons pour ces assises et en procédant de haut en bas.

1. *Proc.-verb. Soc. linn. Bordeaux*, t. XXXVI, p. xxx, 1882.

COUPE A SAINTE-CROIX, prop. Dumeau (DEGRANGE-TOUZIN)

11 Calcaire assez dur et marne à nodules blancs.	}	Marnes de Saint-Vivien.
10 Calcaire marneux jaune à <i>Dreissensia Brardi</i> , <i>Hydrobia aturensis</i> , <i>Potamides girundicus</i> , <i>Chara</i> .		
9 Argile verte et jaune à <i>Ostrea digitalina</i> .		
8 Calcaire marin gréseux, blanc et jaune, dur, à rognons spathiques.	}	Calcaire de Bazas.
7 Argile verdâtre à nodules blancs.		
6 Banc épais à <i>Ostrea Doublieri</i> MATHERON (<i>O. undata</i>).	}	Calcaire gris d'Agenais.
5 Calcaire gréseux très dur à Scutelles et Am- phiopes.		
4 Calcaire lacustre marneux à <i>Planorbis declivis</i> , <i>Limnea</i> , <i>Bithinia</i> .	}	Couches de La Brède.
3 Marnes à Limnées.		
2 Calcaire marin friable à <i>Turritella vasatensis</i> <i>Proto Basteroti</i> , <i>Panopea rediviva</i> , <i>Clavatula</i> <i>carinifera</i> .	}	Molasse supérieure de l'Agenais.
1 Argile verdâtre, lacustre.		

Je n'ai pas observé les couches supérieures 9 à 11, et dans les points que j'ai vus, tenant la place du calcaire marin n° 2, il y avait à Haugan des marnes vertes à *Cyrena Brongniarti* et à *Neritina Ferussaci* bien caractéristiques de l'horizon de la Brède.

J'ai trouvé la faune suivante dans l'assise du calcaire gris inférieur.

FAUNE DU CALCAIRE GRIS A SAINTE-CROIX (AQUITANIEN MOYEN)

Helix girundica NOULET (*Helix suglobosa* GRAT. in Tourn.).

Cyclotoma cf. *sepultus* RAMBUR (*sub lisse*).

Planorbis Mantelli DUNK. (*P. cornu* var. *solidus* in Tourn.).

— *Goussardi* NOULET.

— *declivis* BRAUN.

Limnea dilatata NOULET var. (*L. pachygaster* var. *Larteti* in Tourn.).

— *girundica* DEG.-TOUZ.

Hydrobia aturensis NOUL.

? *Pseudoamnicola Balizacensis* DEG.-TOUZ.

Stalioia Lemani BASTEROT sp. (*Cyclostoma*).

Tournouër dit que le calcaire lacustre supérieur de Sainte-Croix-du-Mont (n° 10) est le même que celui de Saucats (n° 5) et qu'il renferme les mêmes Planorbes, les mêmes Limnées, les mêmes Helix et les mêmes Paludines, spécifiquement identiques, à ceux

du calcaire lacustre inférieur, dit de Villandraut, calcaire inférieur de Sainte-Croix-du-Mont, seulement que le calcaire lacustre supérieur se présente sous un aspect plus marneux et plus jaune (p. 1055). Tournouër ajoute encore y avoir trouvé *Helix Capegrandi* NOUL., et *H. Bartayeresi* NOUL., sur lesquels nous reviendrons.

Je crois donc pouvoir résumer comme suit la coupe de Sainte-Croix : Sommet de la colline . 115 m.

		Alt. m.	Ép. m.
	Sables et graviers du Pléistocène . . .	115 à 90	25
A III b ?	Calcaire et marnes lacustres	90	84 ?
A III a	} Calcaire supérieur de Bazas	84	78 6
		Banc à <i>Ostrea undata</i>	78 74 4
		Calcaire type de Bazas	74 60 14
A II	Marne et calcaire lacustre gris	60	52 8
A I	Marne à <i>Potamides</i> et <i>Ostrea producta</i> .	52	48 4
Kassélien	} Marnes argileuses à nodules blancs . . .	48	45 3
		Molasse argilo-sableuse (Agenais)	45 20 25
Stampien	Calcaire à Astéries de Saint-Macaire . .	20	10

Les couches à *Potamides* et à *Ostrea producta* précèdent, suivent et accompagnent par alternance l'assise du calcaire gris de l'Agenais, elles n'ont qu'un intérêt purement local (Tournouër, p. 5) et sont ici mal développées. Le calcaire marin de Bazas et de Saint-Avit qui surmonte le calcaire gris d'Agenais est plus général, et mieux caractérisé que le dépôt littoral qui l'a précédé (Tournouër, p. 6). L'assise de Lariéy est plus puissante et plus marquante que celle de la Brède, elle a ici 24 mètres d'épaisseur contre 4.

VALLÉE DU CIRAN.

Cette vallée, affluent gauche de la Garonne, en face de Sainte-Croix-du-Mont, avait été laissée de côté par Mayer, et je n'en ai pas parlé suffisamment dans ma note sur l'étage aquitain, elle offre cependant un très grand intérêt, puisqu'on y rencontre tout spécialement les gîtes dont la place stratigraphique fait l'objet de mon désaccord avec M. Repelin.

En remontant cette vallée, toute la partie inférieure sur Preignac ne nous arrêtera pas, comme couverte d'un épais manteau de graviers diluviens, cachant le calcaire à Astéries. Ce calcaire apparaît dans les berges aux châteaux de la Mothe, de la Salle vers Pujols, il remonte ensuite plus rapidement que la vallée et

s'élève en anticlinal à Bommès au pont d'Auleau, (alt. 17 m. ¹), et certainement la craie jaune, à Orbitoïdes, visible au moulin de Perron (commune de Landiras), doit se trouver à très faible profondeur; il monte vers 50 m. d'altitude à Sauternes (r. d.) et Budos (38 m.) (r. g.) en une grande voûte anticlinale; des marnes vertes avec nodules règnent au sommet, s'interposent sous les sables et graviers des Landes qui couvrent les plateaux; immédiatement au Sud de Budos et au château Filhiol toutes les couches s'abaissent vivement au Sud. Ces marnes à nodules redescendent au fond de la vallée, en arrivant à Léogeats, où les couches aquitaniennes font leur apparition. Tournouër a donné anciennement une coupe de ce coteau.

LÉOGEATS. — Le village de Léogeats est bâti sur un petit escarpement de calcaire de Bazas, on aperçoit de gros bancs jaunâtres à stratification oblique avec lits sableux, et sous le cimetière on peut relever le profil suivant (sommet à 41 m.) :

COUPE A (fig. 2).

A III a	4. Calcaire de Bazas environ.....	15 m.
A II b	3. Calcaire lacustre gris, fétide, en plusieurs bancs: <i>Planorbis Mantelli</i> , <i>Helix</i> , <i>Limnea</i> (calcaire gris de l'Agenais).....	3 m.
A II a	} 2. Lit irrégulier à <i>Ostrea</i>	0 m. 20
		1. Argile grise et verte, débris de <i>Potamides</i>...	1 m. 50
	Niveau d'eau, lavoir, altitude.....	23 m.

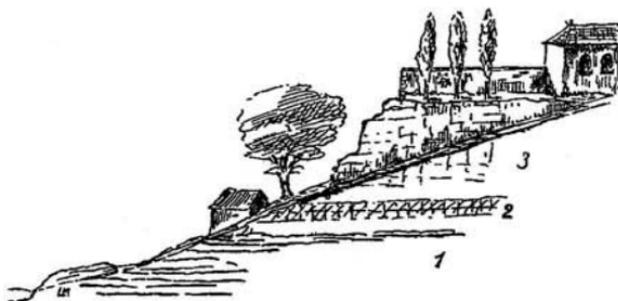


FIG. 2. — MONTÉE DE LÉOGEATS.

3, Escarpement du calcaire marin de Bazas; 2, Calcaire lacustre gris de l'Agenais; 1, Argile grise à *Potamides*, niveau d'eau.

NOAILHAN. — *La Saubotte*. Si nous continuons à remonter la vallée, nous constatons dans de nombreuses excavations que le plateau de la Saubotte, hameau au Nord de Noailhan, est formé de calcaire de Bazas à *Melobesies* et *Ostrea aquitana* (altitude

1. BENOIST. P.-V. Soc. linn. Bordeaux, 1878, p. xci, réunion à Budos.

42m.), il y a des exploitations un peu partout, mais c'est en descendant dans la vallée, bien en contrebas, à la maison Lasserre qu'on rencontre le riche gîte fossilifère connu sous le nom de la Saubotte, et fort loin du gisement indiqué par le symbole F sur la Carte géologique. Voici la coupe qui touche le fond du vallon à l'altitude de 28 m.

COUPE A LA MAISON LASSERRE.

	3. Limon argileux.....	0 m. 60
A II a	2. Argile verte avec très nombreux potamides..	2 m.
A I b	1. Falun de sable calcaireux, jaune, formé presque exclusivement de débris de fossiles, sur.....	1 m. 50

NOAILHAN. — *Le pont*. Une faible tranchée de la grande route entre Noailhan et la Saubotte, à la descente d'un vallon, nous a fourni une coupe intéressante.

COUPE DE NOAILHAN.

	4. Terre végétale sableuse (altitude 55 m.).....	0 m. 30
A II b	3. Calcaire gris foncé, fétide, fendillé et marne verte en plusieurs lits.....	1 m.
A II a	2. Marne argileuse grise.....	1 m. 50
A I b	1. Falun jaune qui a fourni autrefois à la métairie adjacente de Peyprinotte de nombreux fossiles.	

Voici la faune du calcaire lacustre de Noailhan d'après mes récoltes et celles de M. Jooss qui m'accompagnait :

Helix (Palæotachæa) Girundica NOULET 1854 = *H. splendida*, *H. antiqua* GRATELOUP, non DRAPARNAUD, *H. suglobosa* GRAT. ?

Leucochilus quadriplicatus A. BRAUN.

Vertigo callosa REUSS.

V. flexidens REUSS., var. *Girundica* BOETT.

Limnea Girundica NOULET.

— *Aquitanica* DEG.-TOUZ. (*L. subpalustris* THOMÆ).

— *Tournoueri* DEG.-TOUZ.

— *dilatata* NOULET var. *Boettgeri* DEG.-TOUZ.

Planorbis Mantelli DUNK.

— *Goussardi* NOULET.

— *declivis* BRAUN.

Stalioia Lemani BAST. sp. (*Cyclostoma*).

On trouvera une liste de cette faune dans Degrange-Touzin (*Procès-verb. Soc. linn.*, t. XLVI, 1893, p. 2), qui l'a considérée

comme appartenant au calcaire blanc de l'Agenais, tandis que nous l'estimons comme caractérisant le calcaire gris le plus typique.

FAUNE MALACOLOGIQUE DE L'AQUITANIEN INFÉRIEUR (A I b).

Gîte de la Saubotte, commune de Noailhan.

- Gastrochæna Hoernesii* BENOIST. 89. *Lucina globulosa* DESH. I.
 4. *Pholas Desmoulinsi* BEN. I. S. 93. — *columbella* LAMK. I. S.
 Ensis Rollei HOERNES. 95. — *dentata* BAST. I. S.
 12. *Saxicava arctica* LINNÉ. I. S. 96. — (*Divaricella*) *ornata*
 AGASS. I. S.
 13. *Sphænia anatina* BASTEROT. I. S. 101. *Kellia Sebetiae* COSTA. I. S.
 14. *Corbula carinata* DUJARDIN. I. S. *Erycina eversa* C. ET P.
 16. — *revoluta* BROCCHI. I. S. *Spaniorinus inæquilateralis*
 19. — *gibba* OLIVI. I. COSS. (*S. aquitanicus* inclus.).
 17. *Corbulomya Tournouëri* MA- *Montacuta exigua* COSS.
 YER. I. S. 103. *Cardita crassa* LAMK. I. S.
 18. *Corbulomya Aquitanica* MAY. 112. — *unidentata* BAST. S.
 I. S. 113. *Arca Noë* L. S.
 21. *Pandora granum* BEN. I. S. 116. — *Turonensis* DUJ. I. S.
 23. *Lutraria angusta* DESHAYES. S. 117. — *cardiiformis* BAST. I. S.
 25. *Macra Basteroti* MAY. I. S. — *papillifera* HOERNES.
 27. — (*Spisula*) *triangula* RE- *Pectunculus textus* DUJARDIN
 NIER. I. S. (Touraine).
 31. *Ervilla pusilla* PHILIPPI. I. S. 127. *Nucula nucleus* L. S.
 36. *Tellina serrata* RENIER. I. *Modiola mytiloides* BROCC.
 45. *Capsa peregrina* BAST (*Petri-* *Nucula condita* MAY. in H.
 cola) I. S. *Meleagrina Bourgeoisii* TOURN.
 (Touraine).
 Psammobia uniradiata BROCC. 138^b. *Avicula transitoria* D. D. I. S.
 type et var. *colligens* SACCO. 141. *Lima subauriculata* MONT. I. S.
 Psammobia Biali COSSMANN. — *inflata* CHEMNITZ.
 Donax sallomacensis COSS. 145. *Plicatula mytilina* PHILIPPI. I. S.
 48. *Lucinopsis rupestris* BROCC. S. *Pecten multiscabrellus* SACCO.
 49. *Tapes velulus* BAST. I. S. 147. *Ostrea producta* RAULIN et
 53. *Meretrix undata* BAST. I. S. DELBOS. I. S.
 — *noailhanensis* COSS. 150. *Anomia ephippium* L. I. S.
 (*M. italica* JUV. ?) 156. *Fissurella graeca* L. var. *ne-*
 56. *Venus avilensis* COSS. I. S. *glecta*. S.
 64. *Circe minima* DESH. (*C. dosi-* 157. *Fissurella clypeata* GRAT. I. S.
 noides C. ET P.). I. S. 168. *Amalthea granulata* BAST.
 66. *Dreissensia Basteroti* DESH. I. S. (*Hipponix*). I. S.
 69. *Cyrena Brongniarti* BAST. I. S. 170. *Crepidula gibbosa* DEFR. var.
 Cardium Benoisi COSS. I. S.
 77. — *Sonense* COSS. I. S. 172. *Crepidula unguiformis* LMK. I. S.
 — (*Cerastoderma*) *Bas-* 173. *Calyptrea deformis* LAMK. I. S.
 teroti DESH. 174. — *chinensis* L. I. S.
 84. *Chama gryphoides* LINNÉ. I. S. 179. *Coecum Banoni* BEN. I. S.
 85. — *gryphina* LAMK. var. 181. *Vermetus Deshayesi* MAYER (v.
 aquilanica. I. S. *arenarius* pars.). I. S.
 87. *Diplodonta trigonula* BROCC.
 var. *Biali*. I. S.

183. *Vermetus intortus* LAMK. I. S.
 186. *Protoma Basteroti* BEN. I. S.
 188. *Turritella Crossei* COSTA (T. *gradata* auct. non MENKE) I. S.
 190. *Turritella Desmaresti* BAST. I. S.
 192. — *vasatensis* TOURN. I.
 200. *Fossarus costatus* BROCCHI. S.
Scalaria Biali DE BOURY.
 — *aquitana* DE BOURY.
 — *rustica* DEFRAUCE.
 — (*Acrilla*) *Vignali* DE BOURY.
 205. *Rissoina Bruguierei* PAYR. I. S.
 208. — *decussata* MONTAGU. S.
 209. — *obsoleta* PARTSCH. I. S.
 213. — *lamellosa* DES MOULINS. S.
Rissoia Venus D'ORB.
 217. — (*Alaba*) *costellata* GRAT. I. S.
 — — *angulata* EICHW.
 219. — (*Alvania*) *curta* DUJ. I. S.
 — — *Aquensis* GRAT.
 221. — — *Montagui* PAYR. I.
 — — *taurominima* SACCO.
Bithinella subpyrenaïca NOULET.
Barleia miocenica SACCO.
 233. *Melampus pilula* TOURN. I. S.
 243. *Nystia falunica* COSS. I. S.
 246. *Tuncatella subcylindrica* L. var. *costata* BEN. S.
 247. *Eulima lactea* GRAT. I. S.
 249. — (*Leiostraca*) *subulata* MONT. S.
 256. *Eulimella subumbilicata* GRAT. I. S.
 — *acicula* PHIL.
 257. *Pyramidella mitrula* FÉR. in BAST. I. S.
 — *plicosa* BRONN.
 254. *Odostomia plicata* MONT. I. S.
 — *turrita* HANLEY.
 — *conoïdea* BROCCHI.
 — *pupa* DUBOIS.
 — *alba*? JEFFR.
Turbonilla lactea L.
 — *rufa* PHILIPPI.
 259. *Menestho Humboldti* RISSO var. I. S.
 262. *Ringicula Tournoueri* MOREL-LET. I. S.
 — *Crossei* MORELLET.
 265. *Delphinulasubscobina* D'ORB. I. *Adeorbis striatus* PHIL.
 273. *Trochus (Zizyphinus) cingulatus* BROCCHI. I. S.
 276. *Trochus subturgidulus* D'ORB. I.
 278. — (*Jujubinus*) *Bucklandi* BAST. I. S.
Turbo (Cirsochilus) globulus DOD. sp.
Teinostoma Defrancei BAST.
 282. *Phasianella Aquensis* GRAT. I. S.
 287. *Nerita Plutonis* BAST. I. S.
 288. *Neritina Ferussaci* RECLUZ. I. S.
 292. *Natica calena* DA COSTA. I. S.
 301. *Acteon semistriatus* FER. I. S.
 309. — *striatellus* GRAT. I. S.
 311. — *Saucatsensis* BEN. I. S.
 312. *Bullia (Tornatina) Lajonkairi* BAST. I. S.
 314. *Scaphander Grateloupi* MICHAUD. I. S.
Cylichna Crossei B. D. D.
Rozania utriculus BROCCHI.
 321. *Haminea hydatis* LINNÉ. I. S.
 323. *Cerithium galliculum* MAYER. I. S.
 326. *Cerithium pupaeformis* BAST. I. S.
 327. *Cerithium (Hemicerithium) fallax* GRAT. I. S.
Cerithium (Hemicerithium) Saubottense VIGNAL. I.
 329. *Cerithium (Terebralia) bidentatum* DEFR. I. S.
 335. *Potamides Tournoueri* MAYER. I. S.
 338. — *plicatus* BRUG. I. S.
 — *inconstans* BAST.
 339. *Tympanolomus margarilaceus* BROCC. (Couches sup.).
 347. *Bittium Vignali* G. DOLLFUS. I. S.
Cerithiopsis astensis COSS.
 — *melaxa* DELLA CH.
 350. — (*Scila*) *trilineatus* PHIL. I. S.
 352. *Triforis perversus* L. I. S.
Cancellaria (Aphera) Laurensi GRAT.
 362. *Melongena Lainei* BAST. I. S.

- | | |
|---|---|
| 367. <i>Lathyrus (Janiopsis) crassicos-</i>
<i>tatus</i> MICHELOTTI. I. S. | <i>Nassa (Hima) styriaca</i> AUINGER
var. |
| 374. <i>Murex Lassaignei</i> BAST. S. | 424. <i>Cyllene Desnoyersi</i> BAST. I. S. |
| 375. — <i>coelatus</i> GRAT. S. | 433. <i>Dorsanum Deshayesi</i> MAYER. S. |
| 377. — <i>Basteroti</i> BEN. I. S. | 440. <i>Oliva clavula</i> LAMK. I. S. |
| 391. <i>Conus aquitanicus</i> MAYER (C.
<i>Dujardini</i> var.). I. S. | 452. <i>Marginella miliacea</i> LAMK. I. S. |
| 397. <i>Clavatula carinifera</i> GRAT. I. S. | 453. <i>Erato laevis</i> DONOVAN. S. |
| 399. — <i>semimarginata</i> LAMK.
(Juv. ?). S. | 456. <i>Columbella turonica</i> MAYER. I. S. |
| <i>Drilla pustulata</i> BROCCHI. | 459. — <i>corrugata</i> BROCCHI.
I. S. |
| <i>Raphitoma Semperi</i> BELL. | — <i>turgidula</i> BROCC. |
| <i>Mangilia frumentum</i> BRUG. | — <i>scripta</i> LINNÉ. |
| — <i>Biondi</i> BELLARDI. | <i>Planorbis Mantelli</i> DUNK. |
| <i>Leufroya Leufroyi</i> MICHAUD. | — <i>declivis</i> BRAUN. |
| | <i>Miogypsina irregularis</i> MICHE-
LOTTI, sp. (Nummulites) 1844 ¹ . |

Nous avons recueilli et déterminé de la Saubotte 170 espèces, laissant de côté ce qui était douteux ou mauvais, en y comprenant, après comparaison, la récolte attentive de M. Vignal; sur ces 170 espèces, 54 n'avaient pas encore été indiquées dans le recensement antérieur que nous avons fait des espèces aquitaniennes de ce gisement. Proportion importante. Que sont ces espèces nouvellement indiquées dans l'Aquitanien? Toutes sont des espèces miocéniques, pliocéniques, dont une bonne partie se sont propagées jusque dans les mers actuelles; pas d'espèces oligocéniques. Par conséquent ces formes nouvellement relevées à la Saubotte, renforcent sérieusement l'appoint des espèces miocéniques, et le rapprochement que nous voulions démontrer de l'affinité de l'Aquitanien inférieur avec le Miocène est pleinement confirmé. D'autre part, à la Saubotte, nous voyons que les éléments communs entre l'Aquitanien inférieur et l'Aquitanien supérieur, sont de même importance, apportant la démonstration de l'unité de la faune aquitaniennne, et même la quasi impossibilité de la subdiviser. C'est plutôt en effet par suite de l'abondance d'un lot d'espèces bien nettes, que s'accuse la prépondérance de la Saubotte avec la faune de la Brède, avec l'Aquitanien inférieur.

Le numéro qui précède le nom des espèces, se rapporte à nos listes de l'Aquitanien de 1909; les citations se rapportant à l'Aquitanien supérieur (S) étaient alors sensiblement plus nombreuses, mais les nouvelles citations tendent à rétablir l'équilibre, bien des espèces dont la première apparition était donnée comme dans l'Aquitanien supérieur, datent en réalité de l'Aquitanien infé-

1. Cf. SCHLUMBERGER. Note sur le genre *Miogypsina*. B. S. G. F., XXVIII, p. 327, pl. II, fig. 1-7, 9-10. — Aquitanien, Villa Sacco, Turin, 1900, 1893. — B. S. G. F., (3), VII, 1893. — DERVIEUX. *Att. Acc. R. Sc. Torino*, XXIX.

rieur (I) et viennent accroître le contraste avec l'Oligocène que M. Repelin avait d'ailleurs reconnu. Enfin, avertissons que les grosses espèces manquent, et qu'un très grand nombre de formes ne se trouvent qu'à l'état de menus fragments; mais le gisement semble inépuisable et à chaque nouveau voyage, on découvre des espèces non encore recueillies, soit déjà connues, soit entièrement nouvelles. Il y a aussi en abondance un petit Foraminifère très important : *Miogypsina irregularis* MICHELOTTI, sp. 1841. Caractéristique de l'Aquitanién dans les collines de Turin (villa Sacco).

BALIZAC. — Il n'y a plus rien à voir malheureusement à Balizac, les faibles trous de l'ancienne carrière ont été envahis par une végétation broussailleuse très épaisse et une nouvelle fouille serait nécessaire. J'ai pu m'assurer par l'examen des fossiles recueillis autrefois par M. Degrange-Touzin, que le calcaire lacustre de Balizac était le même que celui de Noailhan et de Villandraut, et appartenait bien au niveau du calcaire gris de l'Agenais. Déjà en 1885, Benoist (*Proc. verb. Soc. linn.*, t. XXXIX, p. 31), l'avait attribué à ce niveau, et il ajoutait que la faune marine qui l'accompagnait appartenait sûrement à l'Aquitanién inférieur. En 1888, M. Degrange-Touzin, explorant à nouveau la région, découvrait à 150 m. en amont des carrières abandonnées, au-dessous du calcaire lacustre, une assise fluvio-marine dont la faune était la même que celle accompagnant le calcaire gris de l'Agenais sur la route de Son dans le vallon de Saucats. La coupe, identique à celle de la Saubotte, comprenait un falun marin à la base, recouvert par des marnes à Potamides, qui sont elles-mêmes surmontées par le calcaire gris de l'Agenais.

VILLANDRAUT. — Poursuivant notre course vers l'amont, nous avons relevé dans la petite tranchée d'un embranchement du chemin de fer qui descend de la station de Villandraut (alt. 33 m.) au port sur le Ciran (24 m.) la coupe suivante caractéristique :

COUPE DE VILLANDRAUT.

	7. Sable terreux noirâtre des Landes.....	0 m. 30	
A III a	6. Calcaire marin, un peu sableux, jaune, fragments de Pectens et de Scutelles, Melobesies (calcaire de Bazas).....	1 m. 50	
A II b	5. Calcaire lacustre gris, celluleux, fétide, à Hélix, Limnées, <i>Planorbis Mantelli</i> , surface très ravinée, argileuse... ..	0 m. 60	
		4. Calcaire gris foncé, pétri de fossiles lacustres.	0 m. 40
		3. Marne jaunâtre... ..	0 m. 30
A II a	2. Calcaire gris, dur, compact.....	0 m. 40	
	1. Marne argileuse grise, verte ou brunâtre (niveau d'eau) sur.....	1 m.	

Les couches 2 à 5 se classent immédiatement dans le calcaire gris de l'Agenais, aussi bien par leur faciès minéral, que par leur faune. Ici grande contradiction de Benoist, car il a classé ce calcaire lacustre dans le calcaire blanc (coupe de 1889, faite à Villandraut, *P.-V. Soc. linn.*, p. LXXX).

Sur la rive droite du Ciran à Villandraut, le calcaire de Bazas est exploité dans une carrière à la même altitude qu'à la gare, au lieu dit Nauhous, carrière non indiquée sur la carte, route d'Uzeste; toutes les couches se relèvent dans cette direction.

VILLANDRAUT-UZESTE. — Moulin de Gamachot. Les gisements des moulins de Gamachot et de Fortis sont exactement à la limite des deux communes de Villandraut et d'Uzeste, limite formée par le ruisseau qui alimente les deux moulins.

Au moulin de Gamachot la coupe est le plus facilement abordable, et à quelque cent mètres en amont du point où le chemin

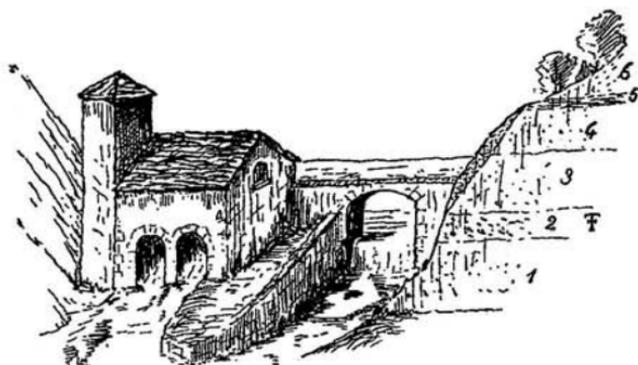


FIG. 3. — MOULIN DE GAMACHOT.

6, Sables des Landes; 5, Lit argileux, niveau d'eau; 4, Sable argileux à Potamidés; 3, Falun blanchâtre à Polypiers; 2, Falun jaune à fossiles nombreux; 1, Falun gris à Turritelles.

de fer de Bazas franchit le vallon au milieu d'un amas inextricable de broussailles, les couches se relèvent à l'Est en même temps que le vallon, de telle sorte que la coupe du moulin Fortis, située 300 m. en amont de celle du moulin de Gamachot, est cependant sensiblement la même.

COUPE DU MOULIN DE GAMACHOT (fig. 3).

	5. Sable des Landes, très épais, environ	15 m.
A II a	4. Sable blanc et argile verdâtre en lits alternés, faune abondante à Potamidés. (Altitude de la base 30 m., au niveau supérieur du déversoir du moulin). Epaisseur	2 m.

A I b	{	3. Falun calcaire blanchâtre, dur, à Polypiers.	} 3 m. 80
		2. Falun calcaire jaune, plus tendre avec nombreux fossiles.....	
		1. Falun gris à Foraminifères, visible sur....		0 m. 60

M. Degrange-Touzin a pu observer au niveau du pont du moulin, dans la berge de retenue de l'étang, un lit marneux blanchâtre à *Hydrobia aturensis* situé entre les assises 3 et 4 tenant la place du calcaire gris de l'Agenais. D'autre part, Benoist signale tout au-dessus un affleurement du calcaire de Bazas, sur le plateau, vers 45 m. d'altitude.

COUPE AU MOULIN FORTIS.

La succession au moulin Fortis est difficilement accessible maintenant, les parois du déversoir sont à pic et ne permettent pas de recueillir les fossiles qui sont visibles dans les couches de falun au-dessous du pont (altitude 42 mètres). Benoist a donné une coupe détaillée de ce vallon, dit de la Fontaine de la Lève, et nous nous aidons ici de ses observations pour compléter les nôtres.

A III b	11. Marne blanche.....	3 m.	
A III a	{	10. Grès calcaire à <i>Cytherea undata</i>	1. 00
		9. Molasse sableuse à <i>Lucina incrassata</i>	15. 00
(visible en s'avancant vers Uzerte).			
A II c	8. Marne argileuse à <i>Potamides</i>	2. 00	
A II b	{	7. Lit de marne ligniteuse noire.....	0. 15
		6. Marne jaune à <i>Hydrobia</i> et <i>Planorbis</i>	1. 00
A II a	5. Argile verdâtre avec concrétions calcaires.....	1. 00	
A I b	{	4. Falun à Polypiers, <i>Turritella Desmaresti</i> et autres fossiles.....	2. 50
		3. Lit à <i>Ostrea undata</i> (local).....	0. 50
		2. Calcaire gréseux très dur.....	?
		1. Marne lacustre (non observée).	

Benoist est revenu plusieurs fois sur ce sujet, en 1878 et en 1889, rectifiant ses premières comparaisons, finalement il a mis sur le même niveau stratigraphique les faunes d'Uzerte, la Saubotte, Marivot, Prechac, Cazeneuve.

FAUNULE DE LA COUCHE A POTAMIDES DE GAMACHOT A II a (AQUITANIEN MOYEN)

<i>Potamides plicatus</i> BRUG.	<i>Neritina Ferussaci</i> RECLUS.
— <i>inconstans</i> BAST.	<i>Natica pseudoepiglottina</i> SISM.
— <i>Tournoueri</i> MAYER.	<i>Turritella Vasatensis</i> TOUR.

Hydrobia girundica BOETT.
Tornatina Lajonkairei BAST.
Calyptra depressa LAMK.
Murex cœlatus GRAT.
Nassa aquitana MAYER.
Columbella Tournoueri BENOIST.
Psammobia Labordei var. *minor*.
Mactra Nadali C. et P.
Lucina incrassata DUB.

Cyrena Brongniarti BAST.
Cardium fragulinum COSS.
Arca cardiiformis BAST.
Ostrea producta D. et R., 1855.
 — *O. cyathula* var. AUCT.
 — *O. caudata* GOLDF.
 — (*Cubitostrea*) *frondosa* M.
 DE S. in SACCO.

FAUNE DU MOULIN DE GAMACHOT (AQUITANIEN INFÉRIEUR) A I b.

Serpula protula CUVIER.
Corbula carinata DUJ.
Tellina zonaria BAST.
Psammobia uniradiata BROCCHI.
Meretrix erycinoïdes LAMK.
Cytherea undata BAST.
Crepidula gibbosa DEF.
Calyptra chinensis L.
Fissurella græca L.
Vermetus crassisculptus V. K.
 — *Deshayesi* MAYER.
Turritella Desmaresti BAST.
Venus aglauræ AGAS¹.
Lucina incrassata DUBOIS.
 — *columbella* LAMK.
Spaniorinus inæquilateralis
 COSS.
Cardita pinnula BAST.
Cardium aquitanicum MAYER.
 — *fragulinum* COSS.
 — *sonense* COSS.
Chama gryphina L.
 — *gryphoides* LIN.

Arca cardiiformis BAST.
 — *barbata* L.
 — *turonensis* DUJ.
Pecten multistriatus POLI.
Ostrea producta D. et R.
Anomia ephippium L.
Natica pseudoepiglottina SISM.
Rissoia aquensis GRAT.
 — *costellata* GRAT.
Rissoina pusilla BROCC.
Ringicula Tournoueri MOR.
Turbonille rufa MONT.
 — *lactea* L.
Odostomia plicata MONT.
 — *turrita* HANLEY.
Clanculus cruciatus BAST.
Trochus subturgidulus D'ORB.
Potamides inconstans BAST.
 — *Vignali* G. DOLL.
Columbella turonica MAYER.
 — *corrugata* BROCC.
Cylichnina tarbelliana GRAT.
Pleurotoma (Drilla) pustulata BR.

Il y aurait diverses retouches à faire à la carte que M. Repelin a dressée de cette région. Il faut y considérer le symbole m_{1a}' comme représentant le calcaire de Bazas typique (en nuance terre de Sienne clair), le symbole m_{1a} comme marquant le calcaire gris de l'Agenais (en couleur terre de Sienne foncée). Enfin m_{1b}

1. La belle coquille du Miocène du Bordelais connue sous le nom de *Venus Aglauræ* BRONGT. qui paraissait un lien important entre le Miocène et l'Oligocène, doit changer de nom, M. Rovereto, en 1900, a montré que le nom de *V. Aglauræ* avait été créé par Brongniart pour des échantillons de l'Oligocène de Ligurie qui étaient bien distincts de ceux du Miocène de Turin, et il a donné à cette dernière espèce le nom de *Venus ambigua* ROV., nom qui a été adopté par MM. Cossmann et Peyrot pour les échantillons de l'Aquitaniens qui nous occupent.

figure pour nous les faluns de Gamachot, la Saubotte, la Brède (en jaune clair).

Si nous négligeons quelques transpositions des teintes à Villandraut, nous observons que le calcaire de Bazas s'étend bien davantage sur la rive droite de la vallée du Ciron qu'il n'est indiqué, il est exploité sur le plateau à Nauhons, à Illon, il donne la main aux gîtes d'Uzeste, et passe sur la feuille de Grignols où il est marqué contradictoirement en *m_{1b}*.

La confusion des deux calcaires lacustres a conduit à celle des deux niveaux de calcaire marin, cependant le calcaire lacustre inférieur n'est représenté dans la région que par des argiles verdâtres à nodules blancs renfermant des moules d'Unio, tandis que le calcaire gris possède un aspect minéralogique uniforme, très spécial, une faune bien distincte à *Helix girundica*, ce qui en rend la distinction facile.

ENVIRONS DE BAZAS.

Les environs de Bazas ont été tout spécialement étudiés autrefois par M. Degrange-Touzin, mais les constatations y sont devenues bien moins aisées, la plupart des carrières sont fermées, les talus éboulés, les fossiles rares.

La ville de Bazas est bâtie sur un promontoire un peu escarpé formé par le calcaire dit de Bazas, calcaire gréseux jaunâtre avec Mélobesies, qui est visible aussi dans les vallées latérales formant falaise à mi-hauteur, et surmonté par une forte épaisseur de graviers et sables des Landes.

La coupe la plus facile à reconnaître est celle de Marivot ou Saint-Sève, la montée du chemin donne là succession suivante :

COUPE A MARIVOT

A III b	} Sommet de la tranchée du chemin de fer, Marnes blanches avec concrétions calcaires, altitude	107 à 105 m.
A III a		} Calcaire-molasse de Bazas en une masse uni- forme. Visible, partie dans la tranchée du chemin de fer, partie dans le chemin mon- tant au passage à niveau, lits à <i>Ostrea aqi- tanica</i> , fossiles menus. . . . .	105 à 88 m.
A II b	} Marne blanche à <i>Hydrobia</i> , blocs de calcaire meulierisé gris, faune lacustre. Marne verdâtre. Niveau d'eau, lavoir.		88 à 85 m.
A I b		} Faluns à <i>Turritella Desmaresti</i> et fossiles nom- breux d'après liste de M. Degrange-Touzin. Petite tranchée avant le lavoir, débris seu- lement visibles aujourd'hui. . . . .	88 à 83 m.

La coupe du vallon de Saint-Côme près Bazas est aujourd'hui très fruste, on observe dans les talus de la grande route à la descente les affleurements suivants :

COUPE DE LA DESCENTE DE SAINT-CÔME.

A III	5. Calcaire de Bazas, débris d' <i>Ostrea aquitanica</i> .	8 m.
A II	4. Argile grasse, petits lits calcaires, fossiles lacustres.	4 m.
A I a	3. Marne grise à Potamides et <i>Neritina Ferussaci</i> .	2 m.
	2. Molasse grise à <i>Ostrea aginensis</i> disséminées. (Moulin Roquette).	
	1. Calcaire à <i>Asteries</i> altéré (fond du vallon).	

Un échantillon de marne n° 4 prélevé par M. Jooss a été lavé et lui a fourni les espèces suivantes :

Planorbis declivis.
Hydrobia aturensis

Limnea cf. *dilatata*.
Paludina fragm.

Cette faunule doit être classée comme calcaire gris de l'Agenais.

Dans la propriété Saint-Anac on pouvait constater autrefois la présence d'un riche falun fossilifère à *Turritella Desmaresti* et *Arca cardiiformis*, accompagnant la couche 3 et qui se classe naturellement au niveau du falun de la Brède, A I b.

Le calcaire blanc de l'Agenais est représenté aux environs de Bazas par des argiles à nodules blancs renfermant des empreintes d'Unio, visibles à Auros, Berthez, Lados et Gaus.

Ces faluns inférieurs de Bazas étaient également bien visibles autrefois dans le fond du vallon à la Flotte avec *Venus aglauræ*, *Lithodomus avitensis*, *Arca barbata* etc., avec la faune et le faciès des faluns de Gamachot, le calcaire lacustre bien développé au-dessus a donné : *Planorbis Mantelli*, *Limnea urceolata*, *Hydrobia aturensis*.

Sur la route de Saint-Côme, en arrivant au plateau, une petite carrière à l'altitude de 92 m. montre une coupe de calcaire de Bazas à *Ostrea* et Mélébosies dont la surface profondément altérée offre, sous une couverture résiduelle, une argile verdâtre et brunâtre à poupées calcaires farineuses, qui simule un profond ravinement ; les sables et graviers du Pléistocène viennent au-dessus. La tranchée de la route à Saint-Vivien est aujourd'hui complètement envahie par la végétation, et aucune constatation n'y est plus possible. M. Degrange-Touzain y avait vu une alternance importante de couches lacustres et fluvio-marines que nous avons désignées sous le nom de marnes de Saint-Vivien, et qui ne sauraient être confondues avec le calcaire gris de l'Agenais, bien qu'elles en renferment sensiblement la faune. Tournoüer a depuis

bien longtemps signalé la parenté étroite de ces calcaires lacustres inférieurs au falun à Bazas avec le deuxième calcaire lacustre qui lui est supérieur ; son *Paludina Dubuissoni* est notre *Hydrobia aturensis* NOULET. On ne voit pas encore le calcaire de l'Armagnac à *Helix Larteti* dont nous nous occuperons ultérieurement.

Tout récemment M. Degrange-Touzin a publié une note sur l'Aquitanien de la vallée de la Douze (Landes), il classe comme suit les couches qu'il y a rencontrées de haut en bas :

<i>Série des couches.</i>	<i>Attrib. de M. Deg.-Touz.</i>	<i>Attribution G.D.</i>
3. Calcaire lacustre.	Calcaire gris de l'Age-nais.	Marnes de Saint-Vivien.
2. Falun de Saint-Avit.	Falun de Bazas.	Falun de Lariey.
1. Calcaire lacustre infér.	Calcaire blanc de l'Age-nais.	Calcaire gris de l'Age-nais.

Le calcaire lacustre inférieur, grisâtre, fétide, marneux avec *Helix girundica*, *Planorbis Mantelli*, *Limnea dilatata*, n'est pas le calcaire blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi* ; il n'en renferme pas la faune, et n'en a pas l'aspect minéralogique qui est très constant : c'est le calcaire du moulin de l'Église du vallon de Saucats, le calcaire gris de l'Agenais. Au-dessus viennent les marnes à Potamides de Bargues (commune de Lucbardez), qui sont bien connues au-dessus et au-dessous du calcaire gris dans la vallée du Ciran. Quant au falun marin de Saint-Avit, c'est bien le falun de Bazas, mais comme cette désignation est devenue confuse, nous préférons la remplacer par celle de falun de Lariey, la faune est identique, même abondance avec prédominance des mêmes espèces. C'est la faune de l'Aquitanien supérieur, sans aucune incertitude. Le calcaire lacustre supérieur à *Planorbis declivis* n'est pas le calcaire gris, mais ce calcaire lacustre qui à Saint-Vivien près Bazas surmonte le calcaire-grès de cette localité, la faune est sensiblement la même que celle du calcaire gris d'après Tournouër, nous n'y avons recueilli que *Hydrobia aturensis*. Il est nécessaire d'ajouter que notre classification est celle que Benoist a préconisée en 1884 d'après un examen paléontologique, et c'est celle que Jacquot a adoptée pour la carte des Landes quand il dit que le calcaire gris est intercalé dans la partie médiane du falun de Saint-Avit, il y a certainement d'autres couches en amont que celles que M. Degrange-Touzin a observées au moulin de Carreau.

LAVARDAC-XAINTRAILLES.

Les environs de Lavardac presque au confluent de la Gélise et de la Baïse sont fort intéressants, car ils montrent la série com-

plète des calcaires lacustres fossilifères. La Baïse coule dans une tranchée profonde ouverte dans le calcaire lacustre blanc de l'Agenais à une altitude de 32 mètres, et toute une série de sources avec lavoirs forment une ligne peu au-dessus de son niveau, à 36 mètres, marquant le contact de la molasse argileuse moyenne de l'Agenais et du calcaire blanc. Diverses carrières entamant l'escarpement vers Darrode et Barbaste montrent le calcaire blanc tantôt dur et fistuleux, tantôt tendre et crayeux avec lits fossilifères, nous avons recueilli :

FAUNE DU CALCAIRE BLANC DE L'AGENAIS

<i>Helix (Plebecula) Ramondi</i> BRONGT.	<i>Planorbis (Segmentina) declivis</i> A. BRAUN.
<i>Helix (Geotrochus) Rathi</i> A. BRAUN.	<i>Lymnea pachygaster</i> THOMAE (Type).
<i>Cyclostoma (Ericia) antiquum</i> BRONGT.	<i>Lymnea subpalustris</i> THOMAE.
<i>Planorbis cornu</i> BRONGT.	<i>Pupa Clausilia, Bithinella.</i> (Moules indét.)

C'est la faune du calcaire d'Étampes et des calcaires de Mayence. En montant sur la route de Xaintrailles, on constate que le calcaire blanc se charge de débris grumeleux vers son sommet, et se complique de marnes jaunes altérées, le contact supérieur (alt. 86 m.) est très net, on arrive à un calcaire meuliérisé dans une argile rousse ; à la montée de Montgaillard comme à celle de Lasseignan, on trouve au-dessus du calcaire blanc une argile verte assez plastique, qui devient rousse par altération, dans laquelle nous n'avons pas trouvé de fossiles, mais qui contient ailleurs *Ostrea aginensis*. Son épaisseur est de 25 m., comprise entre 90 m. et 115 m. d'altitude, sur la route de Montgaillard, et de 20 m. seulement sur celle de Lasseignan ; le sommet forme un niveau d'eau qu'on peut suivre avec facilité à flanc de coteau ; il ne peut y avoir de doute sur son attribution à la molasse supérieure de l'Agenais, par rapport à la molasse moyenne qui est sous le calcaire blanc.

Plus haut, directement sur l'argile on trouve un affleurement bien distinct et général, une barre de calcaire lacustre gris, mal odorant, parfois bistré et fistuleux avec lits interstratifiés marneux, les fossiles sont : *Helix girundica*, *Planorbis Mantelli*, *Limnea dilatata* etc. Il n'y a aucune hésitation sur ce type de calcaire gris de l'Agenais avec toute la faune et les caractères que nous lui avons reconnu dans la vallée du Ciran. L'assise monte jusqu'à 150 mètres d'altitude, c'est-à-dire qu'elle n'a pas moins de 35 m. d'épaisseur. Le sommet de la butte de Montgaillard est occupé

par des formations variées, on voit sur le calcaire gris-noir une argile rousse qui fait partie de la molasse de l'Armagnac et qui se développe nettement vers Xaintrailles et vers Doumer, argile qui est ravinée par un sable rougeâtre appartenant à l'Helvétien et qui peut être également suivi à Xaintrailles et vers le Nord, tous dépôts ravinés eux-mêmes à 158 m. d'altitude par des dépôts graveleux épais, à cailloux de quartz blanc et débris pyrénéens adossés spécialement au N. E. sur le flanc qui domine la vallée de la Garonne et qui sont tout à fait inattendus ; sous l'église de Montgaillard on peut faire toute une collection de cailloux variés de taille jusque pugilaire, ce dépôt est pliocène supérieur ou pléistocène, il se rattache à celui de la base des sables des Landes par continuité stratigraphique. Dans le petit col qui sépare Montgaillard de Xaintrailles, au-dessus de la molasse rousse de l'Armagnac, on observe un affleurement de calcaire de l'Armagnac (alt. 153 m.), c'est un calcaire peu dur, gris clair avec panachures jaunes, parfois débris oolithiques, dans lequel nous avons recueilli quelques fossiles de la faune de Sansan : *Helix Larteti*, *Helix Leymeriei*, *Planorbis*, *Limnea* et des graines d'un Microcoulier : *Celtis (Grewia) crenata* HEER. = *Carpolithes Larteti* NOULET, 1861.

A Xaintrailles les sables helvétiques ont une grande épaisseur ; on les exploite près du Château dans un bois de Chênes-Liège, leur base est marquée par un niveau d'eau à l'altitude de 175 m. et leur sommet monte à 195, nous n'y avons vu aucun fossile et ils sont ravinés par le dépôt graveleux de Montgaillard qui se poursuit à l'Ouest dans la forêt landaise voisine à l'altitude de 160 m.

La Carte géologique indique sur la route de Lassaignan un petit affleurement de calcaire marin de Bazas entre les couches de l'Armagnac au sommet et le calcaire gris de l'Agenais à la base ; nous n'avons pu le retrouver, mais il est bien à sa place stratigraphique et nous l'admettons parfaitement.

RÉSUMÉ DES ALTITUDES A LAVARDAC.

<i>Pléistocène.</i>	{	Sable des Landes.	
		Graviers anciens très élevés.	
<i>Helvétien.</i>		Sables jaunes de Baudignan de 175 à 195 m.	ép. 20 m.
<i>Burdigalien.</i>		Marne et calcaire de l'Armagnac à <i>Helix Larteti</i> .	150 à 175 25 m.
<i>Aquitanien.</i>	{	Calcaire de Bazas (Falun) A III.	
		Calcaire gris de l'Agenais à <i>Helix girundica</i> . A II.	115 à 150 35 m.
		Molasse supérieure de l'Agenais à <i>Ostrea aginensis</i> A I.	85 à 115 25 m.

<i>Kasselien.</i>	}	Calcaire blanc de l'Agenais à	35 à 85	50 m.
		à <i>Helix Ramondi.</i>		
	Molasse moyenne de l'Agenais.	Sommet.		

PORT-SAINTE-MARIE (LOT-ET-GARONNE).

La coupe de la colline de Port-Sainte-Marie au-dessus de la Garonne est en quelque sorte classique, on peut y étudier admirablement les calcaires lacustres et les molasses qui les séparent.

La station du chemin de fer du Midi est à l'altitude de 41 m. et tout auprès, derrière une maison, près d'un chemin qui monte au vallon de Saint-Julien, on peut observer la coupe suivante de haut en bas.

Molasse de l'Agenais (K)	}	Molasse sableuse, gris-verdâtre, grossière, avec lits de cailloux roulés sur.....	5 m.
		Lit argileux gris (altitude 52 m.)	0,30
		Molasse sableuse dure avec cailloux quartzeux disséminés sur.....	1,10

Une série épaisse présentant une alternance d'argiles et de sables mêlés ou isolés, s'observe en continuant la montée jusqu'au tournant supérieur de la route, le sommet de la molasse est vers 102 m. comprenant un lit argileux avec niveau d'eau. Au-dessus, on voit en escarpement les couches suivantes :

Calcaire blanc de l'Agenais (K)	}	Calcaire blanc ou jaunâtre, parfois un peu meulièrement au sommet.....	1,10
		Calcaire blanc, dur, cellulaire, stratifié..	4,20
		Calcaire blanc grumeleux sur.....	3,00

Les fossiles nous ont paru très rares, le sommet du calcaire blanc est à l'altitude de 112 m., et il est surmonté par des argiles grises qui s'éboulent très facilement, et dont nous n'avons pu prendre aucune coupe de détail; le sommet devient molassique, et le haut de cette molasse supérieure de l'Agenais est vers la cote 130 m., cette argile forme d'ailleurs un avant-plateau très bien marqué au point de vue topographique.

Un nouvel escarpement un peu fruste, montre le calcaire gris de l'Agenais, mal odorant et fossilifère, nous y avons trouvé : *Helix girundica*, *Limnea dilatata*, *Planorbis Mantelli*, il s'élève entre les altitudes de 130 à 165 mètres.

La coupe continue car la colline est très élevée; on retrouve des argiles rouges, grasses, qui appartiennent au niveau de la molasse de l'Armagnac, ces argiles sont profondément ravinées sous l'église de Saint-Julien, à l'altitude de 213 m., par un puis-

sant Diluvium de gros cailloux roulés, généralement rubéfiés, et semblable à celui de Montgaillard.

Toute la colline au N. W. de Saint-Julien est dans ce Diluvium exploité à la cote 207. Mais sur la route qui de l'église conduit à Lagarrigue et à Roques, nous avons relevé la coupe d'une sablière plus profonde qui montre les sables jaunes fins de l'Helvétien ravinés par les cailloux (fig. 4).

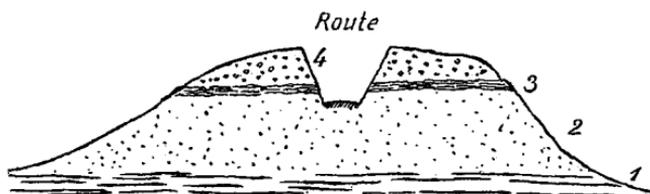


FIG. 4. — COUPE DE LA ROUTE DE LAGARRIGUE A ROQUES (Port-Sainte-Marie).
4, Gros graviers de quartz blanc; 3, Lit d'argiles violacées, niveau d'eau; 2, Sable fin, jaune ou rougeâtre (de Baudignan); 1, Argile grise et rousse (de l'Armagnac).

Cette découverte agrandit singulièrement l'étendue du Miocène marin dans la région, ces sables sont visibles sur une épaisseur de 4 m., ils reposent sur les argiles de la molasse de l'Armagnac, et un niveau d'eau s'observe à leur basé comme à Xaintrailles.

Dans le chemin qui conduit de la ferme de Roques à celle de Cadillac on rencontre, vers 200 m. d'altitude, un banc de calcaire demi-dur blanc et gris à panachures jaunes, qui appartient au calcaire de l'Armagnac, et qui s'intercale dans la molasse de cet étage, quelques bancs sont meulièrement et des débris fossilifères sont disséminés. Ce calcaire n'arrive pas à faire corniche, et les deux grandes barres qui s'observent de loin dans la colline sont celles du calcaire blanc à la base et du calcaire gris au sommet. On peut résumer en un tableau ces constatations.

RÉSUMÉ DES ALTITUDES A PORT-SAINTÉ-MARIE

<i>Pléistocène</i>	Graviers roulés très grossiers	207 à 213 m. ép.	6 m.
<i>Helvétien</i>	Sables rubéfiés fins	200 à 207	7
<i>Burdigalien</i>	Molasse argileuse et calcaire jaune de l'Armagnac	165 à 200	35
<i>Aquitanién</i>	Calcaire gris de l'Agenais	130 à 165	35
	Molasse supérieure de l'Agenais	112 à 130	18
<i>Kasselien</i>	Calcaire blanc de l'Agenais	100 à 112	12
	Molasse moyenne de l'Agenais	40 à 100	60
			base non visible.

FAUNULE DU CALCAIRE GRIS.

<i>Planorbis Mantelli</i> DUNK.	<i>Hydrobia alurensis</i> NOULET.
— <i>dealbatus</i> BRAUN.	<i>Helix girundica</i> NOULET.
<i>Limnea girundica</i> NOULET.	<i>Helix Moroguesi</i> BRONGT.
<i>Helix Bartayersi</i> NOUL.	<i>H. crebripunctata</i> SANDBG.
<i>Bithinella subpyrenaica</i> NOULET.	

AGEN

La ville d'Agen est bâtie au pied d'un escarpement dont je rappellerai brièvement la constitution.

La plaine d'alluvion dépasse peu la station du chemin de fer à l'altitude de 49 m. Au-dessus, dans la tranchée de la gare d'eau du canal du Midi, on observe des argiles sableuses appartenant à la molasse moyenne de l'Agenais, et cette formation monte jusqu'à l'altitude de 114 m. à laquelle apparaît une barre de calcaire blanc très escarpé, c'est le calcaire blanc de l'Agenais. Dans les abords d'une église qui se trouve à 125 m. d'altitude, on peut très bien étudier ce calcaire blanc qui, au voisinage, a fourni *Helix Ramondi* ; nous avons trouvé son sommet à la cote 132. Plus haut, dans un chemin creux, on atteint une molasse marneuse, grumeleuse, jaune, de 132 à 156 m. d'altitude qui passe à une molasse argileuse grise sableuse. Ces couches appartiennent déjà à l'Aquitaniens. La Carte ne figure aucun dépôt plus élevé, mais nous avons découvert près d'arriver au plateau, au détour du chemin conduisant à un ancien moulin, le calcaire gris de l'Agenais avec débris fossilifères, ayant encore l'épaisseur respectable de 10 mètres.

Je résumerai par un petit tableau, de haut en bas, ces constatations :

COLLINE D'AGEN

Aquitaniens moyen	Calcaire gris de l'Agenais	156 à 167	11 m.
Aquitaniens inférieur	Molasse supérieur de l'Agenais à <i>Ostrea aginensis</i>	132 à 154	24 m.
Kasselien	Calcaire blanc de l'Agenais à <i>Helix Ramondi</i> , <i>H. oxystoma</i> , <i>H. Rathi</i> .	114 à 132	18 m.
	Molasse moyenne de l'Agenais au-dessous de 114 m. — descend jusqu'à — 117 (ép. 231 m.)		

Les couches montent dans la direction du Nord et une ligne de sources se poursuit à la base du calcaire blanc. Des cailloux quartzeux s'observent à la base du limon supérieur du plateau.

Nous pouvons très heureusement compléter ces renseignements dans la profondeur, car, MM. Fery, Lavignas et Varin, entrepreneurs de sondages à Paris, ont bien voulu nous communiquer une série très complète d'échantillons recueillis au cours de l'exécution d'un forage très profond fait à Agen pour la municipalité, et qui renseignent exactement sur le tréfond. M. Lacolombe était chef de chantier.

Le sondage d'Agen a été exécuté sur le bord de la Garonne auprès du Pont-Canal, vers l'altitude 45 m. Nous donnerons en premier la liste des couches, d'après le journal du foreur et l'examen des échantillons, et ensuite le groupement que nous proposons de ces assises.

SONDAGE D'AGEN (altitude 45 m.)			ép.
1	Terrain de remblai	0 à 4 m.	4,00
2	Limon terreux avec racines	4,00 — 8,40	4,40
3		8,40 — 9,00	0,60
4	Diluvium. Cailloux roulés de roches dures, roches pyrénéennes. Quartz dominant. (Niveau d'eau).		9,00 — 14,25 5,25
5	Molasse, sable grossier micacé et argile grise.	14,25 — 19,20	4,95
6	Argile bigarrée, jaune, rouge, grise.	19,20 — 43,00	23,80
7		43,00 — 43,75	0,75
8	Même argile, grains calcaires.	43,75 — 51,50	7,75
9	Argile gris-verdâtre, un peu sableuse.	51,50 — 64,10	12,60
10	Molasse sableuse fine, verdâtre.	64,10 — 71,00	6,90
11	Argile grise et jaune compacte.	71,00 — 73,00	2,00
12	Sable quartzeux gris, fin ou demi-gros.	73,00 — 83,15	10,15
13	Argile grise et jaune compacte.	83,15 — 91,50	8,35
14	Sable gris très mélangé, molassique.	91,50 — 103,25	11,75
15	Argile bigarrée, compacte.	103,25 — 112,50	9,25
16		112,50 — 156,50	44,00
17	Argile un peu marneuse, grains calcaires.		
18	Argile bigarrée, ferme ou grasse		
19	Sable gris demi-fin à éléments très variés: quartz, feldspath, mica, silice, etc. (Niveau d'eau ascendant — 1 ^{re} nappe artésienne).	156,40 — 162	5,50
20	Molasse sableuse jaune et grise.	162 — 164,25	2,25
21	Argile bigarrée, grains calcaires.	164,25 — 175,75	11,50
22		175,75 — 178,00	2,25
23	Molasse jaune, fine.	178,00 — 180,25	2,25
24	Argile bigarrée, dure.	180,25 — 193,30	13,05
25	Sable jaune demi-fin et molasse grise.	193,30 — 237,50	44,20
26	Molasse grise et jaune, mélangée.	237,50 — 239,70	2,20
27	Sablé blanc grossier, nombreux galets. (Niveau d'eau — 2 ^e nappe ascendante).		
28	Molasse très grossière, rougeâtre.	239,70 — 251,50	11,80
29	Argile grise et jaune grossière.	251,50 — 255,25	3,75
30	Sable très grossier, galets de quartz. Nappe jaillissante (3 ^e nappe).		
31	Molasse très grossière, rougeâtre.	255,25 — 257,00	2,75
32	Argile grasse, rouge et grise.	257,00 — 283,00	26,00
33	Sable gris grossier, quartz blanc. Nappe jaillissante (4 ^e nappe).	283,00 — 290,00	7,00

30	Argile sèche, grise et rouge vif, débris grossiers.	290,00 — 315,10	25,10
31	Calcaire jaune, dur.	315,10 — 318,75	3,65
32	Marne grisâtre tendre, fossilifère.	318,75 — 320,80	2,05
33	Calcaire très dur, sublithographique, jaunâtre.	320,80 — 348,50	27,70
	Espace vide, cavité indéterminée.	348,50 — 351,15	2,65
			fin du forage

Nappe jaillissante, très abondante (5^e nappe).

Le journal du sondeur rapporte, encore comme ramené du fond, un grès rougeâtre très dur; mais nous n'en avons vu aucun échantillon, peut-être un galet retombé. Les fossiles de la marne grise, très abîmés, sont siliceux, ce sont des échantillons, petits, mais déterminables du *Diceras eximium* BAYLE (Études faites dans la coll. École des Mines, fascicule II, p. 153, pl. 18, fig. 4-6, 1873) du Rauracien de Saint-Mihiel (Meuse) et de Crain (Yonne). Cette détermination a été faite avec l'aimable concours de M. Henri Douvillé. Il y a d'autres débris siliceux indéterminables. Rencontre tout à fait inattendue, car si on consulte la Carte géologique d'Agen, on voit, à Tournon d'Agenais, à 37 km. au N.E., le Kimeridgien sortir de dessous les couches tertiaires; la rencontre de couches plus anciennes que le Kimeridgien dans la direction du Midi, implique l'existence préalable d'une faille souterraine traversant obliquement la feuille; faille ancienne, à laquelle les terrains tertiaires n'ont pas participé: c'est sur les feuilles de Villeréal et de Gourdon qu'il faut chercher des affleurements de roches coralligènes comparables. Il est curieux également de voir qu'aucune des assises calcaires tertiaires interstratifiées dans la molasse inférieure de l'Agenais, n'atteint la profondeur à Agen et que ces assises, développées au Nord, vers les rivages, viennent bien réellement disparaître en coin dans la masse molassique, profonde. Le manque de ces assises calcaires, l'absence de fossiles, rendent les attributions à donner à cette forte épaisseur de couches quelque peu aléatoires. Cependant la présence de lits sableux puissants, aquifères, est un caractère important, et ces assises sableuses d'après la Carte géologique se rapportent bien à trois divisions importantes.

Je classerai dans le Sidérolithique l'argile inférieure, dont l'aspect est très différent des autres argiles; sèche, esquilleuse, c'est très probablement une argile de décalcification à classer tout au sommet de l'Éocène, ou à la base de l'Oligocène dans le Tongrien.

Les grès sableux et la molasse inférieure peuvent se placer au niveau de la molasse du calcaire des Ondes, que la feuille d'Agen, publiée en 1900, par MM. Vasseur et Doumerc, classe dans l'Éocène supérieur, nous ne savons pourquoi, car elle nous paraît,

d'après sa faune, appartenir indiscutablement à l'Oligocène inférieur (Tongrien vrai).

Plus haut, au-dessus de nouveaux sables, viennent d'autres molasses qui seraient au niveau du calcaire de Trentel et de Saint-Georges, à *Nystia Duchasteli* et d'âge tongrien supérieur.

Pour la molasse supérieure du forage, qui donne la main à celle du bas de la colline d'Agen, elle est au niveau du calcaire de Cieurac et de ses subdivisions où apparaît déjà : *Helix Ramondi*, *Planorbis cornu*, *Cyclostoma cadurcense*, c'est la faune lacustre de l'Oligocène supérieur, c'est sensiblement la même que celle du calcaire blanc de l'Agenais, et notre étage kasselien.

Voici un tableau faisant suite à celui des couches du coteau.

CLASSIFICATION DES COUCHES DU FORAGE D'AGEN.

		Altitudes	Épaisseurs
<i>Kasselien inf.</i>	Molasse moyenne de l'Agenais	+ 45 à — 117 m.	162 m.
Couches 5 à 17			
<i>Stampien</i>	Argile, molasse et sables		
18 à 26	Molasse inférieure de l'Agenais	— 117 — 210	93
<i>Tongrien</i>	Molasse grossière, argile et sables		
27 à 29	grossiers.	— 210 — 245	35
<i>Sidérolithique</i>	Argile écailleuse	— 245 — 270	25
30			
<i>Jurassique</i>	Calcaire lithographique	— 270 — 306	36
31 à 33	et marne coralligène		
			351 m.

Le débit est de 5300 mètres cubes par 24 heures, mais on aurait pu avoir beaucoup mieux par suite d'un tubage mal terminé, une partie des eaux du fond s'échappent latéralement dans les nappes supérieures.

STRATIGRAPHIE DE L'AQUITANIEN ET DES COUCHES VOISINES EN AQUITAINE.

MIOCÈNE MOYEN

Helvétien — Sables de Xaintrailles, Port-Sainte-Marie, Léognan, Sos — Molasse à *Ostrea crassissima*.

Ravinement important.

Burdigalien — Molasse de l'Armagnac à *Helix Larteti*.

(B) Couches de Sansan, Simorre, calcaire de Lectoure.

MIOCÈNE INFÉRIEUR.

Aquitaniens supérieurs (A III) } *b* Marnes fluviomarines de Saint-Vivien à Bazas.
 } *a* Calcaire de Bazas à Mélobésies — Falun de Lariey
 Calcaire à Polypiers, couches à *Ostrea aquilana*, calcaire sableux à Scutelles et Amphiope.

- Aquitaniens* { *c* Marnes argileuses à Potamides de Gamachot
moyen { *b* Calcaire gris de l'Agenais à *Helix girundica*, *Planorbis Mantelli*, *Limnea dilatata*.
 (A II) { *a* Marnes à Potamides et Cyrènes de la Saubotte.
Aquitaniens { *b* Falun à *Turritella Desmaresti* de Gamachot, la
inférieur { Saubotte, Balizac. — Falun de la Brède — falun
 (A. I.) { inférieur de Bazas.
a Marne de la Brède à *Neritina Ferussaci*, *Potamides plicatus*, *Ostrea producta* — Molasse supérieure de l'Agenais à *Ostrea aginensis*.

OLIGOCÈNE.

- Kasselien* { Marnes verdâtres à nodules blancs et *Unio* de Budos.
 (K) { Calcaire blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi* de Lavadac, Port-Sainte-Marie, Agen.
Stampien { Molasse moyenne de l'Agenais.
 (S) { Calcaire à Astéries de Saint-Macaire, avec *Natica crassatina*.

OBSERVATIONS AU SUJET D'UNE NOUVELLE CLASSIFICATION DE L'AQUITANIEN EN AQUITAINE

PAR **J. Repelin**¹.

La nouvelle classification de l'Aquitaniens en Aquitaine proposée par M. Dollfus², est très différente des précédentes. L'Aquitaniens, sans le calcaire blanc de l'Agenais, se trouve divisé en trois sous-étages. Ce nouveau changement n'est pas fait pour diminuer la confusion que j'avais tenté de dissiper.

En effet le nouvel Aquitaniens inférieur de M. Dollfus ne ressemble pas à l'ancien, et diffère également de l'Aquitaniens inférieur des géologues. De même son Aquitaniens moyen actuel, ne ressemble en rien à l'Aquitaniens moyen des géologues, il comprend en outre une partie de son ancien Aquitaniens inférieur, et quelques couches appartenant à l'Aquitaniens supérieur, parmi lesquelles on trouve, avec surprise, le calcaire gris de l'Agenais si caractéristique de l'Aquitaniens supérieur. C'est à ce niveau que M. Vasseur a trouvé, dans l'Agenais, la faune remarquable qu'il a fait connaître par deux importantes notes des *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*³.

Je ferai remarquer tout d'abord qu'il est impossible de maintenir les gisements de La Saubotte, du moulin de Gamachot, de Balizac dans l'Aquitaniens inférieur, même tel que l'entend actuellement M. Dollfus, c'est-à-dire très différent de celui de M. Degrange-Touzin. La présence d'un niveau de calcaire gris de l'Agenais à la base de ces affleurements suffira, je l'espère, à convaincre tout le monde.

En ce qui concerne l'examen stratigraphique des principales localités, voici les précisions que je crois devoir apporter :

VALLÉE DU CIRON, LÉOGEATS. — L'existence du calcaire gris a été admise à la suite de mes observations.

NOAILHAN. — Les faluns de La Saubotte, superposés à un niveau de calcaire gris fossilifère, lui-même supérieur à l'ensemble du grès de Bazas qui forme le plateau de la Saubotte, doivent bien être rattachés à l'Aquitaniens supérieur.

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1912.

2. *C. R. somm. séances Soc. géol. Fr.*, n° 13, p. 103, 17 juin 1912.

3. *C. R. Ac. Sc.*, 11 novembre 1912 et 25 novembre 1912.

VILLANDRAUT. — Les faluns de La Saubotte se poursuivent dans la direction du moulin de Gamachot et du moulin de Fortis, constamment supérieurs à des niveaux du calcaire gris de l'Agenais¹. Il est donc également impossible de les rattacher à l'Aquitanien inférieur, même dans la nouvelle classification proposée où le nouvel Aquitanien inférieur ne ressemble plus à ce qu'il était il y a quelques mois, ce qui accentue encore la confusion.

En ce qui concerne Bazas, je n'ai pas pu comprendre la succession indiquée par M. Dollfus. J'ai constaté avec plaisir toutefois, que la présence de l'Aquitanien supérieur, que j'avais depuis longtemps indiquée, n'est plus contestée. L'équivalence des marnes à nodules de Sauternes, Budos, Auros, etc., et du calcaire blanc de l'Agenais est également admise à la suite de mes observations, il est ainsi facile de voir qu'il n'y avait pas qu'une de mes critiques qui fût justifiée.

Quant à la nouvelle classification proposée que je mets en parallèle avec celle qui résulte de nos études dans le tableau suivant, je ne puis l'admettre pour de multiples raisons. Indépendamment de celles que j'ai déjà données, je me bornerai à en indiquer deux, qui, je l'espère, suffiront à convaincre ceux qui voudront bien examiner attentivement la question.

1° Elle pêche par la base, car les couches inférieures de la Brède, reposant directement sur le calcaire à Astéries, sont l'équivalent du calcaire blanc de l'Agenais et des marnes à Unio et à nodules de l'Aquitanien inférieur tel qu'on le comprenait autrefois, mais non tel qu'on nous propose de le concevoir. Si l'on s'obstine à considérer les couches inférieures de la Brède comme appartenant à un niveau supérieur au calcaire blanc de l'Agenais, il faut, de toute nécessité, admettre une lacune de sédimentation correspondante au calcaire blanc, ce que rien ne justifie.

2° Le calcaire gris de l'Agenais fait partie du même système que le falun de Lariey et que celui de La Saubotte dans le Bordelais et le Bazadais et, dans l'Agenais, si l'on mettait le calcaire gris dans un étage aquitanien moyen, il ne resterait plus que le banc d'Huitres pour représenter l'Aquitanien supérieur, quand ce banc existe et, quand il n'existe pas, il ne resterait plus rien. En outre, nous arrivons à cette conclusion inattendue que le calcaire de Bazas et le falun gréseux seraient supérieurs au calcaire gris, ce qui ne se voit nulle part. Le calcaire de Bazas est inférieur au calcaire gris et ne peut en aucune façon être assimilé au falun de Lariey.

1. Les limites de l'étage aquitanien. *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911, pp. 100 à 117.

CLASSIFICATION DE M. DOLLFUS		CLASSIFICATION RÉSULTANT DE NOS ÉTUDES	
AQUITANIEN SUP.	Marnes fluvio-marines de Saint-Vivien de Bazas. Calcaire de la route de Son. Calcaire de Bazas à Melobesies, couche à Polypiers, couche à <i>Ostrea aquitana</i> , falun gréseux à <i>Scutella Bonali</i> (Falun de Lariey).	AQUITANIEN SUP.	Couches marines et lacustres supérieures (St-Vincent, La Flotte, Le moulin de l'Église). Falun de Lariey, partie supérieure du falun de Bazas (Fortis, Gamachot, La Saubotte). Calcaire lacustre de Lariey, base du calcaire gris de l'Agenais.
AQUITANIEN MOY.	Calcaire gris de l'Agenais à <i>Helix girundica</i> , <i>Limnea dilatata</i> , <i>Planorbis Mantelli</i> ; marnes à <i>Hydrobia aturensis</i> . Argiles et marnes vertes à <i>Potamides inconstans</i> , <i>Cyrena Brongnarti</i> .	AQUITANIEN MOY.	Calcaire de Bazas, masse principale et sables à <i>Cytherea undata</i> (n° 2 de Tournouer). Couches inférieures à <i>Ostr. aginensis</i> dans l'Agenais.
AQUITANIEN INF.	Falun de Gamachot, La Saubotte, etc. Couches à <i>Ostr. aginensis</i> (Falun de la Brède). Marne de la Brède à <i>Neritina Ferrussaci</i> , <i>Cerithium plicatum</i> , <i>Ostrea producta</i> .	AQUITANIEN INF.	FACIÈS D'EAU DOUCE. — Calc. blanc de l'Agenais et marnes à nodules blancs et à <i>Unio</i> . FACIÈS LAGUNAIRE — Marne bleue de La Brède à <i>Cyrena Brongnarti</i> . Même horizon à Bazas.
KASSELIEN	Calcaire blanc de l'Agenais à <i>Helix Ramondi</i> et <i>Anthracotherium</i> , Lavadac, Agen. Marnes à nodules blancs de Budos à <i>Unio</i> .		
STAMPIEN	Mollasse inférieure de l'Agenais et calcaire de Saint-Macaire à <i>Natica crassatina</i> .	STAMPIEN	Mollasse de l'Agenais et calcaire à Astéries ou calcaire de Bourg, et de Saint-Macaire.

En somme, je maintiens sans modifications la totalité de ma dernière note y compris, bien entendu, les conclusions numériques. Comment comprendre en effet, que les conclusions de M. Dollfus puissent être maintenues, puisque, de l'avis de l'auteur, les listes du Bazadais, au moins, sont à reviser.

J'espère donc que l'on n'aura pas trop de peine à revenir à la classification que nous proposons pour l'Aquitanien, et que les travaux de M. Vasseur décideront les géologues à maintenir, comme précédemment, l'Aquitanien dans l'Oligocène.

SUR LA STRUCTURE DES PYRÉNÉES CANTABRIQUES,
ENTRE SANTANDER ET LLANES,
ET LEURS RELATIONS PROBABLES AVEC LES PYRÉNÉES

PAR **Léon Bertrand** ET **Louis Mengaud**¹.

En 1905, M. Pierre Termier a exposé diverses particularités de la structure de la région située à l'Ouest de Santander qui lui ont permis de penser et d'affirmer que, sans aucun doute, la Cordillère cantabrique est un *pays de nappes*². Depuis lors, l'un de nous, M. Mengaud, a entrepris l'étude détaillée d'une partie de la région cantabrique, et publié plusieurs notes sur la stratigraphie des terrains qui s'y rencontrent; il a, de plus, récemment repris la question tectonique en indiquant, ici même³, que les grès paléozoïques du petit chaînon côtier de Pimiango, qui se terminent, vers l'Est, un peu avant San Vicente de la Barquera, chevauchent en leur bord méridional sur le Crétacé ou le Nummulitique. Au cours d'une récente excursion de quelques jours, faite à la fin de septembre dernier, nous avons observé en commun divers faits très caractéristiques, que nous croyons utile de signaler sommairement, en attendant que M. Mengaud en donne une description plus détaillée, dans l'exposé d'ensemble qu'il prépare sur cette région.

Tout d'abord, l'étude de la petite chaîne littorale en question, et de sa prolongation occidentale nous a permis de constater que, si les grès de Pimiango (alternant avec quelques lits schisteux et d'âge probablement dévonien),⁴ se terminent vers l'Ouest un peu à l'Ouest de la Ria de Santiuste (fig. 1), ils se rattachent manifestement à une autre masse bien plus importante, qui forme tout le couronnement de la Sierra plana de la Borbolla. Ils n'en sont séparés que par un intervalle de 200 à 300 mètres, correspondant à un col emprunté par la route et le chemin de fer des Asturies. Il est là de toute évidence que ces deux masses gré-

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1912.

2. Pierre TERMIER. Sur la structure géologique de la Cordillère cantabrique dans la province de Santander. *CR. Ac. Sc.*, t. CXXI, p. 920-923; 1905.

3. L. MENGAUD. Chevauchement du Paléozoïque de la région de Pimiango sur le Nummulitique des environs de Colombres (Asturies). *CR. somm. S.G.F.*, 1912, p. 116-118. — Observation de LÉON BERTRAND. *Id.*, p. 118.

4. Ch. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. géol. du Nord*, t. II, 1882, p. 549.

seuses n'ont été séparées que par érosion, et qu'elles étaient ori-

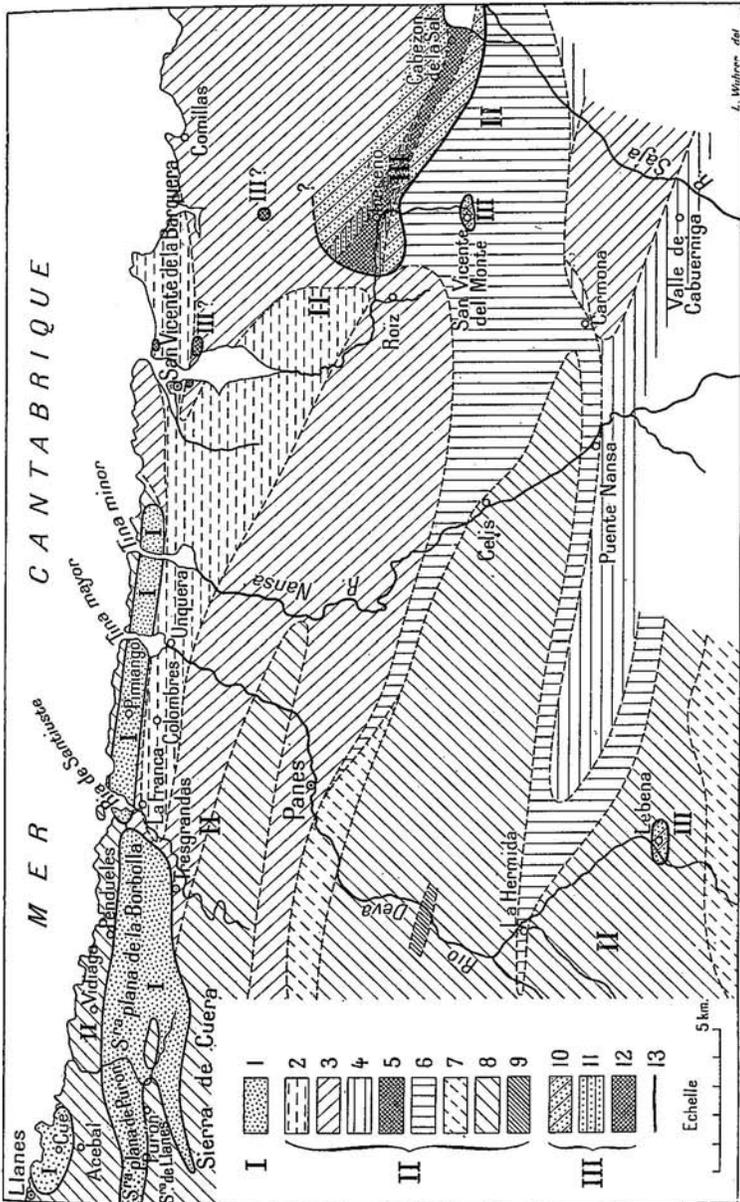


FIG. 1. — ESSAI DE CARTE GÉOLOGIQUE STRUCTURALE DE LA PORTION OCCIDENTALE DE LA RÉGION ÉTUDIÉE PAR M. MENGAUD, ENTRE LLANES ET CABEZON DE LA SAL.

Nappe I. — 1, Grès de Pimiango et de Cué (Dévonien).
 Nappe II. — 2, Nummulitique; 3, Crétacé; 4, Jurassique; 5, Trias gypseux (?); 6, Grès et schistes rouges permo-triasiques; 7, Schistes du Carbonifère supérieur (Houiller); 8, Calcaires carbonifères (Dinantien); 9, Quartzites et schistes inférieurs à ces calcaires (? Dévonien ou Carbonifère inférieur).
 Nappe III. — 10, Crétacé; 11, Jurassique; 12, Trias gypseux; 13, Lignes de contact anormal.

ginellement réunies en une seule masse superposée aux terrains plus récents. Ce n'est donc pas seulement vers le Sud que les

grès de Pimiango chevauchent sur le Nummulitique ou le Crétacé, et il ne s'agit pas là simplement d'un pli-faille ayant amené la production d'une imbrication au Sud, comme nous l'avions pensé tout d'abord.

Au petit col en question, on peut, en effet, constater que, sans aucun doute, les calcaires carbonifères qui forment la côte au Nord des grès de Pimiango, et qu'il avait été naturel *a priori* de considérer comme faisant normalement suite aux grès dévoniens, font partie de la même série tectonique que le Nummulitique de Colombres et Unquera, et que la lame de Crétacé plus ou moins réduite qui sépare ce Nummulitique des grès de Pimiango.

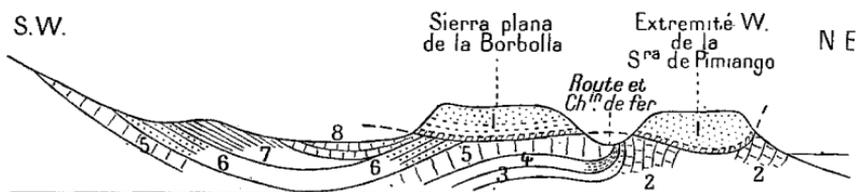


FIG. 2. — COUPE PASSANT UN PEU A L'OUEST DE LA RIA DE SANTIUSTE ET DU VALLON DE LA FRANCA.

- 1, Grès de Pimiango, avec mylonite à la base ; 2, Calcaire dinantien ; 3, Permian ; 4, Wealdien ; 5, Calcaire urgonien ; 6, Cénomaniens ; 7, Sénonien ; 8, Nummulitique.

Au col même, on voit, en effet, cette série crétacée, qui est notablement élargie auprès de la Franca et, où les calcaires urgoniens affleurent largement, devenir complète à sa base, où elle montre des grès wealdiens séparés du calcaire dinantien par une mince lame de grès permotriasiens (fig. 2) ; ce contact, quoique très redressé et même légèrement renversé, avec étirement des couches secondaires inférieures, est cependant certainement un contact stratigraphique normal. En suivant le contact des grès de Pimiango et des calcaires carbonifères à l'Est du petit col en question jusqu'à la Ria de Santiuste, de même que celui des grès de la Sierra plana de la Borbolla et des mêmes calcaires le long de la route des Asturies vers Pendueles et Vidiago, on constate d'ailleurs avec la plus grande netteté que les grès paléozoïques en question sont indiscutablement superposés aux calcaires carbonifères en leur bord nord (fig. 3), de même qu'il avait été reconnu précédemment qu'ils le sont, en leur bord sud, sur les terrains secondaires et nummulitiques. Ce contact se fait avec interposition constante d'une épaisse lame de *mylonite*, parfois puissante de plusieurs dizaines de mètres et formée par les éléments des couches venues en contact anormal et, en général, à peu près

uniquement par des blocs des grès de Pimiango. Cette zone de mylonite se montre fréquemment rubéfiée par imprégnation d'oxydes de fer, qui ont donné lieu à des exploitations auprès de Vidiago. A l'extrémité occidentale de la bande de Pimiango, de même qu'à la terminaison orientale de celle de la Sierra plana de la Borbolla, les grès dévoniens se montrent donc anormalement

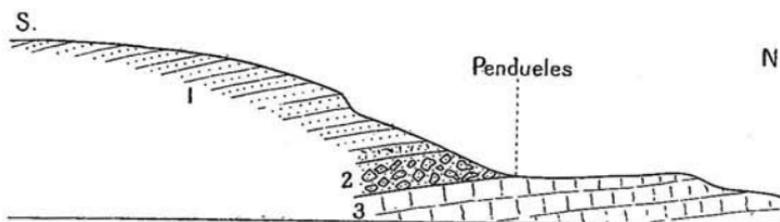


FIG. 3. — COUPE DU BORD SEPTENTRIONAL DE LA SIERRA PLANA DE LA BORBOLLA. 1, Grès dévoniens de Pimiango ; 2, Mylonite de ce grès (20 m. environ) ; 3, Calcaire carbonifère du littoral.

superposés, sur tout leur pourtour, aux terrains voisins plus récents. Cette masse gréseuse, aujourd'hui fragmentée en plusieurs témoins, est donc entièrement flottante sur un substratum formé par une seconde série tectonique, allant des calcaires carbonifères de la côte au Nummulitique de Colombres, en passant par le Permo-Trias et les divers étages crétacés à partir des grès wealdiens. Une coupe de détail fort instructive à cet égard est fournie par une tranchée de la route des Asturies, à sa descente du col précédemment indiqué sur le pont par lequel elle traverse le vallon qui aboutit à la Ria de Santiuste ; une petite bosse de calcaire urgonien s'y montre recouverte par les grès dévoniens mylonitisés à leur base (fig. 4).

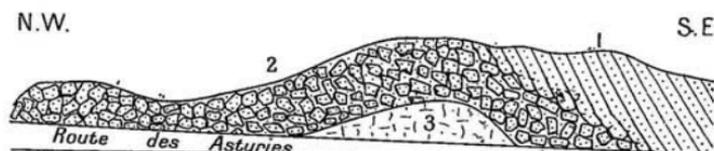


FIG. 4. — COUPE DE DÉTAIL LE LONG DE LA ROUTE DES ASTURIENNES, A LA DESCENTE SUR LE PONT QUI TRAVERSE LE VALLON DE LA FRANCA. 1, Grès de Pimiango ; 2, Mylonite de ce grès ; 3, Calcaire urgonien.

La même interposition d'une mylonite, devenant parfois très puissante, se suit sur tout le bord nord de la Sierra plana de la Borbolla, dont la masse gréseuse se bifurque vers l'Ouest en deux

branches, présentant toutes deux une allure nettement synclinale et séparées par une voûte de calcaire carbonifère, qui naît un peu à l'Est de Purón et s'élève rapidement vers l'Ouest (Sierra de Llanes). Les grès de la branche nord, qui forment la Sierra plana de Purón, sont presque entièrement mylonitisés à la traversée de la vallée qui descend de Purón, et les calcaires carbonifères en contact avec les grès sur son bord nord, (ce contact est là redressé

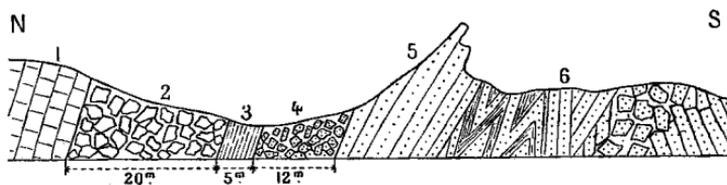


FIG. 5. — COUPE PRISE SUR LE CHEMIN DE LA RIVE DROITE DU VALLON DE PUERTAS, UN PEU EN AMONT DU PONT DU CHEMIN DE FER ENTRE VIDIAGO ET ACEBAL.

1, Calcaire carbonifère ; 2, Brèche du calcaire précédent ; 3, Zone ferrugineuse ; 4, Mylonite de grès dévonien ; 5, Grès de Pimiango, à stratification régulière ; 6, Grès avec alternances schisteuses extrêmement froissé, à plongement variable et alternances répétées de zones broyées.

à la verticale et même quelque peu renversé au Sud) sont eux-mêmes broyés et bréchifiés sur une vingtaine de mètres (fig. 5). La branche synclinale méridionale se relève et se termine assez vite vers l'Ouest, entre les anticlinaux de calcaires carbonifères qui forment les deux sierras de Llanes et de Cuera (fig. 6).

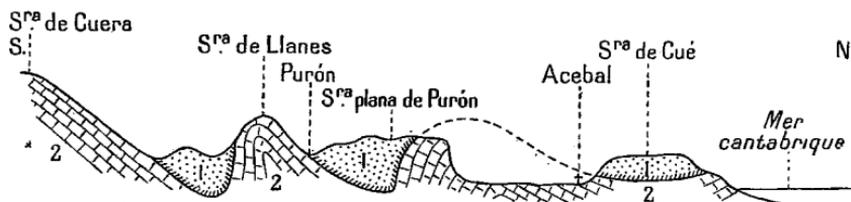


FIG. 6. — COUPE TRANSVERSALE DE LA SIERRA DE CUERA A LA CÔTE CANTABRIQUE, PAR PURÓN ET ACEBAL.

1, Grès de Pimiango (base mylonitisée) ; 2, Calcaires carbonifères.

Ce sont évidemment là des *témoins synclinaux d'une nappe*, la plus élevée que nous connaissons actuellement dans cette région, et dont la série stratigraphique (*série I*) n'est formée ici que par les grès paléozoïques, probablement dévoniens, de Pimiango. Ces témoins, d'abord littoraux vers l'Est, s'enfoncent vers l'Ouest dans l'intérieur des terres avant de s'y terminer pincés entre les chaînons carbonifères assez élevés ; mais une autre bande voisine, plus septentrionale, naît à son tour au rivage,

un peu à l'Est de Llanes, et forme la Sierra de Cué, qui passe au Nord d'Acebal (fig. 1 et 6).

Quant à la série des couches qui servent de substratum à cette nappe supérieure, elle s'étend du littoral jusqu'aux Picos de Europa, et elle s'élève depuis les calcaires carbonifères, aussi bien développés dans le massif élevé que dans la région littorale, jusqu'au Nummulitique. Nous l'avons recoupée à la vallée du Rio Deva, depuis Unquera jusqu'un peu en aval de Potes, et aussi plus à l'Est, aux environs de Torrelavega et de Puente Viesgo. Dans ces diverses régions, cette série (*série II*) est accidentée d'importantes dislocations ; elle y montre souvent

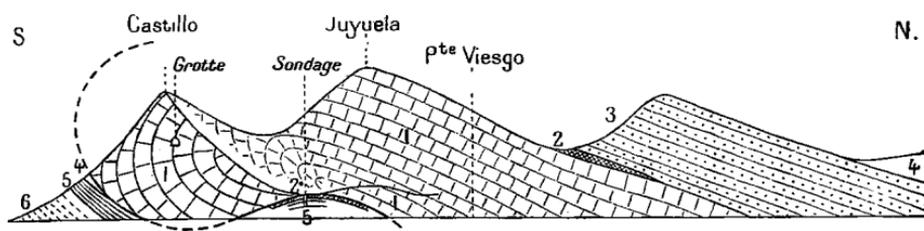


FIG. 7. — COUPE DU CHAÎNON À L'OUEST DE PUEUNTE VIESGO.

1, Calcaire carbonifère ; 2, Carbonifère supérieur (Houiller) ; 3, Grès permo-triasique ; 4, Trias gypseux ; 5, Marnes du Lias ; 6, Grès wealdien.

une disposition presque isoclinale, avec plongement habituel des couches au Nord (fig. 7 et 8). Les calcaires carbonifères y affleurent en anticlinaux fortement déversés au Sud, parfois même entièrement couchés et fréquemment rompus, en sorte qu'il existe de véritables chevauchements au Sud (Sierra de Cuera, Puente Viesgo)¹ dans cette série, qui, au premier abord, se présente avec l'allure plissée régulière d'une région autochtone.

Il n'en est cependant rien, et déjà M. Termier avait prévu que les couches de cette série II, qui occupent la plus grande partie de la surface de la région à l'Ouest de Santander, doivent appartenir elles-mêmes à une nappe. En effet, d'importantes lacunes y interrompent constamment la continuité de la série stratigraphique, et elles ont été, pour M. Mengaud, une sérieuse difficulté dans l'établissement de celle-ci. Or, dans une telle série de couches qui, bien que néritiques, ne présentent pas cependant, en général, des faciès vraiment littoraux, ces lacunes sont trop fréquentes

1. Un sondage entrepris pour la recherche du charbon tout auprès de Puente Viesgo (fig. 7) a traversé quelques décimètres de Houiller, avec charbon très broyé, puis il a pénétré dans les schistes du Lias formant le substratum de ce Houiller.

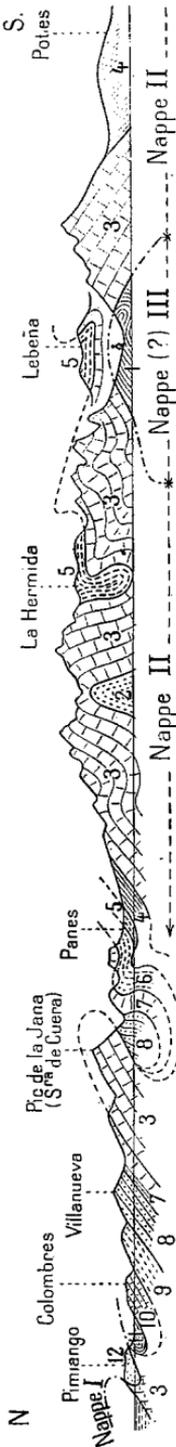


FIG. 8. — COUPE SUIVANT APPROXIMATIVEMENT LA VALLÉE DU RIO DEVA.

III. — 1, Marnes crétacées (Albien) de la fenêtre de Lebeña.

II. — 2, Quartzites et schistes inférieurs aux calcaires du Dinantien (? Dévonien ou Carbonifère inférieur); 3, Calcaires dinantiens; 4, Schistes du Carbonifère supérieur (Houiller); 5, Grès et schistes rouges permotriassiques; 6, Grès wealdiens; 7, Calcaires urgoniens (Aptien); 8, Cénomaniens; 9, Sénonien; 10, Calcaires nummulitiques; 11, Marnes nummulitiques.

I. — 12, Grès de Pimango (Dévonien).

et trop irrégulières pour qu'elles puissent être considérées comme originelles. D'autre part, comme elles se présentent aussi bien lorsque les couches sont en ordre direct de superposition que lorsqu'elles sont localement renversées, on ne peut les attribuer à la formation des plis, même couchés et rompus, et des chevauchements qui accidentent les couches de cette série tectonique : *celle-ci doit bien constituer une seconde nappe, plus ou moins plissée secondairement.*

Nous avons eu la bonne fortune de trouver une preuve directe et péremptoire de cette conclusion dans la vallée du Rio Deva, au village de Lebeña (fig. 8). Il s'y rencontre une boutonnière de marnes noires très homogènes, qui sont manifestement recouvertes par les calcaires carbonifères formant une voûte au-dessus d'elles; or, ces marnes sont certainement d'âge plus récent que ces calcaires, et elles présentent une identité absolue avec l'Albien (ou l'Aptien supérieur) marneux des régions nord-pyrénéennes, qui nous semble d'ailleurs se continuer avec le même développement et le même faciès, en venant de l'Est, jusqu'aux environs de Bilbao, où les tranchées du chemin de fer de Bilbao à Santander l'entament sur une grande longueur. *Cette boutonnière de Lebeña est donc une fenêtre.* D'autre part, il est très remarquable que ces marnes ne correspondent à aucun des niveaux étudiés par M. Mengaud, dans le Crétacé de la série II, où il n'a pu

trouver d'équivalent bien net de l'étage albien dans la région de Santander, entre les calcaires urgoniens et les grès de la base du Cénomaniens. En tout cas, si cet étage y est effectivement représenté, ce ne peut être que par la partie terminale des calcaires à faciès urgonien, et alors il existerait, par suite, une différence essentielle de faciès pour l'Albien dans la *fenêtre de Lebeña* et dans la région avoisinante.

L'existence de cette fenêtre démontre bien qu'au-dessous de la série II il existe *une troisième série tectonique*, autochtone ou non, caractérisée par certains faciès stratigraphiques et, en particulier, par la présence de l'Albien vaseux, absent de la série II, du moins dans la région que nous avons parcourue. Il nous semble que c'est à la même *série III* qu'il faut attribuer l'importante masse de Trias gypso-salifère de Treceño et de Cabezon de la Sal (fig. 1), qui forme l'axe d'une voûte de calcaire liasique bien développé (alors que le Jurassique semble être souvent absent de la série II, comme l'a reconnu M. Termier) et recouvert par du Wealdien qui s'enfonce, au Sud, sous le Permo-trias d'une importante bande de la nappe II. Vers l'Ouest, entre Treceño et Roiz, cette voûte surgit de dessous le Crétacé et le Nummulitique avec une direction normale à la leur, et la base du Crétacé se montre entièrement mylonitisée dans une tranchée du chemin de fer des Asturies, située à la tête orientale d'un tunnel par lequel cette ligne traverse les couches crétacées en question ; celles-ci sont transversales à la vallée que suit, au contraire, en amont, l'affleurement triasique.

Nous pensons aussi que c'est grâce à une fenêtre ouverte dans les grès permo-triasiques de la série II, au Sud de Treceño, qu'apparaît le Crétacé inférieur de San Vicente del Monte (Wealdien et calcaire à Orbitolines), qui correspondrait alors à une réapparition de la série III dont le Wealdien s'est enfoui, au Sud de Treceño, sous le Permo-Trias de la nappe II. Il nous semble probable aussi, que les divers affleurements triasiques observés aux environs de San Vicente de la Barquera et de Polanco doivent, de même, correspondre à la mise au jour, par l'érosion, de la série inférieure III, dont la délimitation d'avec la nappe II sera à établir ultérieurement, et qui nous paraît, en tout cas, devoir affleurer largement entre Santander et Bilbao.

Les divers faits que nous venons d'exposer très brièvement nous semblent bien démontrer que, dans la région cantabrique entre Llanes et Santander, il existe trois séries tectoniques superposées, présentant des caractères stratigraphiques distincts.

Les deux plus élevées (série I et II) correspondent certainement à des nappes charriées et plus ou moins repliées sur elles-mêmes ; quant à la troisième, il est *a priori* impossible de dire si elle est autochtone ou bien si elle appartient à une nappe inférieure aux précédentes.

La question qui se pose évidemment tout d'abord est celle de l'origine des nappes I et II, c'est-à-dire du sens des déplacements qui les ont produites. Nous n'avons pas actuellement de données péremptoires à cet égard ; cependant, nous croyons devoir indiquer certains arguments militant en faveur d'une origine méridionale pour ces nappes, qui auraient donc été produites par des mouvements tangentiels dirigés vers le Nord. Au premier abord, cette hypothèse peut sembler contradictoire avec le fait que la nappe II est souvent affectée, dans la région dont nous avons parlé, par d'importantes dislocations ayant amené la production d'un déversement et même de vrais chevauchements au Sud dans les couches de cette série. Mais cette disposition semble être localisée au voisinage du littoral, et disparaître rapidement lorsqu'on se dirige vers le Sud. Dans la vallée du Rio Deva, elle a déjà cessé à la Hermida, où la bande triasique qui passe par cette localité forme un synclinal sensiblement droit et qui, en son bord méridional, sur la rive droite de la vallée entre La Hermida et Lebeña, montre même plutôt un faible déversement au Nord (fig. 8). En outre, la fenêtre de Lebeña, simple anticlinal crevé de la nappe II mettant à nu son substratum albien, ne montre plus, non plus, de tendance au déversement vers le Sud, et même, à l'inverse, les grès permo-triasiques superposés au calcaire carbonifère qui recouvre l'Albien se montrent affectés d'un repli très nettement déversé au Nord (fig. 8).

Par suite, les accidents de la nappe II qui témoignent de mouvements superficiels au Sud n'ont qu'un caractère local, alors que, s'ils étaient vraiment concomitants de la formation de cette nappe, et si celle-ci devait être due à de tels mouvements, il semble bien que ces accidents devraient présenter une plus grande généralité. Il nous paraît naturel de penser qu'ils ne doivent être considérés que comme des accidents secondaires, dus à un processus tectonique distinct de celui auquel est liée la genèse de la nappe II, et d'importance évidemment moindre, et que ces accidents ont été formés lors d'une seconde phase orogénique, postérieure à celle qui a produit la translation des nappes en question.

Il nous paraît utile de rappeler, à cet égard, la conception à laquelle l'un de nous a été conduit pour les Pyrénées occiden-

tales¹ et qui a fourni, à M. Pierre Termier et à lui, l'explication de la structure si complexe du Pays basque². L'existence de chevauchements secondaires vers le Sud y a masqué, plus ou moins complètement, le phénomène principal et initial qui avait donné naissance aux nappes nord-pyrénéennes par charriage vers le Nord. Il en résulte que le sens des déplacements superficiels qui se sont produits lors de deux phases orogéniques successives en un même point, n'est pas nécessairement le même, et, d'autre part, ces mouvements relatifs de sens inverse peuvent s'expliquer facilement par la continuité de poussées de même sens.

Il nous semble, à cet égard, intéressant de donner une petite coupé de détail que montre une tranchée de la route de la Franca à Tresgrandas (fig. 9), tout au voisinage du littoral, dans la

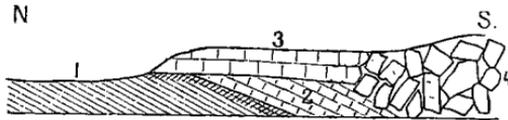


FIG. 9. — COUPÉ DE DÉTAIL PRISE LÈ LONG D'UNE TRANCHÉE DE LA ROUTE DE LA FRANCA A TRESGRANDAS.

1, Marnes du Cénomanién inférieur; 2, Calcaire à Alvéolines; 3, Calcaire à Nummulites; 4, Mylonite des calcaires éocènes précédents.

région des chevauchements apparents au sud. Dans cette coupe s'observe la suppression locale des couches sénoniennes entre le Cénomanién et le Nummulitique, déjà indiquée dans la coupe de la fig. 2 et qui est évidemment corrélatrice de la production de la nappe II, et de la translation de la nappe I au-dessus d'elle (il est bien évident que l'on ne saurait séparer effectivement la formation de ces deux nappes). Or, elle ne semble pouvoir s'expliquer que par des mouvements tangentiels *vers le Nord*, d'après la disposition imbriquée des couches nummulitiques lorsqu'elles ne sont pas entièrement broyées. Ce broyage et cette imbrication, en ce point très voisin de l'extrémité du témoin des grès dévoniens de la Sierra plana de la Borbolla, paraissent intimement liés au charriage de base de la nappe supérieure I, qui, en ce point, devait reposer directement sur ce Nummulitique plus ou moins broyé, avant d'avoir été enlevée par l'érosion.

1. LÉON BERTRAND. Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales; essai d'une carte structurale des Pyrénées. *B.S.G.F.*, 4^e série, t. XI, p. 122-153, pl. 1.

2. Pierre TERMIER et LÉON BERTRAND. Sur la tectonique du pays basque français. *CR.Ac.Sc.*, t. CLIII, p. 919-924.

Si l'on rapproche cette observation du fait, précédemment indiqué, que les accidents de la nappe II déversés au Sud semblent n'y avoir qu'une extension locale, on est en droit d'admettre, en tout cas, que la seule considération de ces accidents secondaires ne permet pas de prévoir le sens de translation de cette nappe. Cette question ne pourra recevoir de solution certaine que par des recherches plus détaillées vers l'Ouest et le Sud, et par la connaissance des faciès des terrains qui s'y rencontreront. Il nous semble toutefois très probable que cette origine devra se rencontrer plutôt au Sud qu'au Nord, et d'autre part, sans vouloir ici établir de correspondance précise, nous croyons que les nappes dont nous avons reconnu l'existence sont la prolongation plus ou moins directe des nappes pyrénéennes qui ont été suivies par l'un de nous jusqu'à la frontière du Pays basque français. Nous savons, en effet, que le flysch sous-pyrénéen qui sert de substratum, vers le Nord, aux nappes nord-pyrénéennes se poursuit dans les chaînons côtiers des environs de Saint-Sébastien (Jaizquibel, Mendizorrotz). Par suite, la région surtout formée de Crétacé et de roches basiques qui vient au Sud, après la terminaison des massifs primaires de la Rhune et de la Haya, et qui s'étend dans le Guipuzcoa et les environs de Bilbao semble être la prolongation des zones secondaires des nappes nord-pyrénéennes A et B, où l'Albien vaseux se montre si remarquablement développé, ainsi que le Trias gypseux, le Jurassique inférieur et les roches basiques, les unes intercalées dans le Trias, les autres intrusives dans les couches plus élevées. Il nous paraît donc très probable que la série III, que nous avons trouvée en fenêtres plus ou moins fermées sous la nappe II, et qui doit vraisemblablement venir largement au jour plus à l'Est, doit correspondre à l'une ou l'autre de ces nappes nord-pyrénéennes. Par suite, la Cordillère cantabrique tout entière, et les Picos de Europa en particulier, doivent être la prolongation tectonique des Pyrénées, avec continuité plus ou moins parfaite des faciès stratigraphiques d'une région à l'autre.

La vraisemblance d'une origine méridionale pour la nappe II, fondée sur la continuité probable avec les Pyrénées et sur les divers autres arguments qui précèdent, est d'ailleurs étayée par la considération de ce que nous savons de la nappe supérieure I. Il est bien évident, en effet, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que l'on ne saurait séparer le mode de formation ni le sens de translation de ces deux nappes. Or, d'après les travaux de M. Barrois sur les Asturies et la Galice (*loc. cit.*) et la carte géologique d'Espagne à 1/400 000, les lambeaux isolés de grès paléozoïques

de la nappe I se rattachent manifestement, aux environs d'Oviedo, à la très importante série siluro-dévonienne qui fait le tour du bassin houiller asturien, et qui se retrouve au bord sud du massif des Picos de Europa, dans le Nord de la province de Léon. D'autre part, des témoins isolés de ces dépôts paléozoïques anciens sont figurés, sur la carte géologique espagnole, en plein massif carbonifère, et avec une disposition telle que leur présence n'y peut être logiquement expliquée que par une superposition au Carbonifère et même, le plus souvent, à son terme supérieur le Houiller asturien, plutôt qu'aux dépôts carbonifères inférieurs.

Il nous semble extrêmement probable que ce sont là des témoins d'une grande carapace, plissée avec son substratum (nappe II) comme aux environs du littoral, et cela entraîne la conclusion que la disposition tournante bien connue à l'extrémité du bassin houiller des Asturies, correspondrait à l'enfouissement de la nappe II sous la nappe supérieure I. L'existence d'une série primaire complète et renversée dans cette région indiquerait que cet enfouissement coïnciderait avec l'enracinement de cette nappe supérieure. Cela nous amène aussi à admettre, ce qui nous semble évident, que l'origine de cette nappe doit être cherchée au Sud des Picos de Europa, où la carte géologique espagnole montre d'ailleurs une continuité et un développement du Paléozoïque incomparablement plus grands qu'au Nord ¹.

En résumé, nous pensons qu'on doit admettre : 1^o que la Cordillère cantabrique est tectoniquement la prolongation des Pyrénées et peut donc être géologiquement désignée, pour marquer cette continuité, sous le nom de *Pyrénées cantabriques* ; 2^o qu'elle est formée de nappes superposées, venues du Sud et qui, dans la région littorale comme dans le pays basque français, ont été déformées par des accidents secondaires ayant produit des plis fortement déversés au Sud, et même de vrais chevauchements dans cette direction.

1. Peut-être même cette nappesupérieure, qui ne semble pas avoir de témoin à l'Est de San Vicente de la Barquera, est-elle déjà une *nappe mésélaine* recouvrant les nappes II et III, franchement *pyrénéennes*, par suite de la juxtaposition et même de la superposition du bord de la Meseta à la prolongation de la zone pyrénéenne, par terminaison et complet écrasement de l'aire synclinale intermédiaire de l'Èbre (LÉON BERTRAND).

L'ÉVOLUTION DES VALLÉES GLACIAIRES ALPINES EN PARTICULIER DANS LES ALPES DU DAUPHINÉ

PAR **Emm. de Martonne**¹.

L'existence de plusieurs périodes glaciaires dans les Alpes semble ne plus pouvoir être mise en doute. Il est logique d'en conclure que les vallées alpines ont dû être soumises pendant le Quaternaire à des phases alternatives d'érosion glaciaire et d'érosion fluviale. On ne saurait donc s'étonner d'y trouver des formes attribuables au seul travail des cours d'eau, en même temps que des formes attribuables au travail des glaciers. Cette constatation explique les discussions entre les partisans exclusifs des actions glaciaires et ceux des actions fluviales. Elle nous paraît aussi marquer la marche à suivre si l'on veut arriver à une interprétation complète du paysage alpin. Elle a été le point de départ de recherches commencées depuis plus de cinq ans, et dont les premiers résultats ont déjà fait l'objet de plusieurs notes ou articles². Bien qu'entreprises en vue d'éclaircir une question de morphologie, ces recherches soulèvent des questions proprement géologiques, qu'il a paru utile de discuter ici.

I. — LES LOIS DE L'ÉROSION GLACIAIRE.

Les vallées alpines ayant été soumises alternativement au régime de l'érosion fluviale et à celui de l'érosion glaciaire, on est amené à se demander si nous connaissons suffisamment bien les processus caractéristiques de ces deux régimes, pour reconnaître les traits morphologiques qui peuvent leur être dus.

Les lois de l'érosion fluviale sont actuellement assez bien connues. Des observateurs géologues et topographes, soit en France

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1912.

2. Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins. *C. R. Ac. Sc.*, 27 déc. 1909. — Sur la théorie mécanique de l'érosion glaciaire. *Ibid.*, 10 janv. 1910. — Sur la genèse des formes glaciaires. *Ibid.*, 24 janv. 1910. — Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion appliquée aux vallées alpines. *Ibid.*, 24 juillet 1911. — Résultats de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion des vallées de l'Arc et de l'Isère. *Ibid.*, 7 août 1911. — Sur la chronologie des thalwegs pliocènes et quaternaires de l'Arc et de l'Isère. *Ibid.*, 28 août 1911. — L'Érosion glaciaire et la formation des vallées alpines. *Ann. de Géogr.*, XIX, 1910, p. 289-317 et XX, 1911, p. 1-29. — Conditions de l'érosion glaciaire alpine. *C. R. Congrès nat. des Soc. fr. de Géogr.* Roubaix, 1911.

(de la Noë et de Margerie), soit aux États-Unis (Powell, Gilbert), soit en Allemagne et en Suisse (Philippson, Richthofen, Heim), sont arrivés indépendamment à dégager des principes analogues, qui ont été en quelque sorte codifiés par M. W. M. Davis et Albert de Lapparent. S'il reste quelques points obscurs, les grandes lignes sont bien fixées. La notion du cycle d'érosion avec ses stades de jeunesse, maturité et sénilité, est devenue et restera classique. La certitude est relativement facile, car nous pouvons observer encore l'évolution des formes d'érosion fluviale sous les divers climats, dans toutes les conditions de pente et de structure du sol. Nos fleuves ne diffèrent vraisemblablement pas beaucoup de ceux qui ont travaillé au modelé dans des périodes géologiques précédentes. Presque tous les types de régime fluvial sont encore actuellement représentés à la surface du globe et peuvent y être étudiés.

Si les processus d'érosion fluviale sont assez bien connus, il en est tout autrement de ceux de l'érosion glaciaire. Loin d'être arrivés à s'entendre sur leurs lois, les géologues et les géographes discutent encore jusqu'à la possibilité d'une érosion glaciaire. On ne saurait s'en étonner si l'on songe que l'étude systématique des glaciers est de date très récente. Elle est liée à des difficultés de tout genre qui n'existent pas pour les rivières. En outre, la glaciation actuelle du globe terrestre est relativement très réduite. Nous ne possédons peut-être pas tous les types de glaciers qui ont jadis existé. Les exemples rappelant les glaciers alpins de la période quaternaire se trouvent dans des pays d'un accès difficile, et sont encore imparfaitement connus.

Il est évident qu'on ne peut dans ces conditions espérer comprendre la genèse des formes alpines, à moins qu'un nouvel effort pour éclaircir les lois de l'érosion glaciaire n'amène la découverte de principes assez évidents pour expliquer les points les plus délicats.

J'ai tenté cet effort, en combinant deux méthodes d'investigation, mises en œuvre séparément le plus souvent : l'observation des formes des vallées et lits glaciaires, dont géologues et géographes ont tiré parti, — la discussion théorique des conditions mécaniques du mouvement des glaciers, que les physiciens ont déjà notablement perfectionnée.

L'expérience a prouvé que ni l'une ni l'autre de ces méthodes ne pouvait conduire à des résultats vraiment concluants. La théorie du mouvement des glaciers est loin d'être connue comme celle du mouvement des eaux, et l'incertitude des données essentielles est assez grande pour que la discussion des équations

fondamentales conduise à des résultats complètement différents suivant les hypothèses qu'on y a introduites. Certaines relations paraissent établies, et il est nécessaire que les géologues en tiennent compte dans leur interprétation des faits d'observation.

Ces faits sont, par eux-mêmes, aussi peu concluants que la théorie seule. Suivant les points envisagés, on en trouve qui semblent témoigner d'une érosion glaciaire très intense, et d'autres qui sont de nature à faire mettre en doute la possibilité même d'une érosion par les glaciers. Cette constatation explique assez l'impossibilité d'un accord entre les observateurs prévenus en faveur de théories contraires. Elle a été le point de départ de mes recherches sur le terrain.

Profitant du recul considérable des glaciers alpins dans les vingt dernières années, j'ai étudié de près les lits glaciaires récemment abandonnés, y cherchant s'il y avait un rapport entre leur forme et la présence ou l'absence de marques d'érosion glaciaire. Une vingtaine de glaciers des Alpes françaises et suisses avaient été étudiés lorsque je publiai mes conclusions¹. Depuis, j'en ai reconnu à peu près autant dans les Alpes françaises et dans les Alpes orientales, en trouvant partout des faits confirmant ces résultats. En voici les points essentiels :

Les marques d'érosion glaciaire sont plus nombreuses que partout ailleurs sur les bords du lit glaciaire, d'où l'on peut conclure que le glacier travaille plutôt à élargir qu'à approfondir son lit et sa vallée (différence essentielle avec les cours d'eau) ; — elles se raréfient sur les gradins où le thalweg glaciaire présente une forte rupture de pente, et en général, partout où la pente augmente brusquement ; elles sont plus nombreuses au-dessus et au-dessous.

Bien des faits d'accord avec ces conclusions ont été déjà signalés ; quelques-uns ont été invoqués comme des arguments contre la possibilité de l'érosion glaciaire, alors qu'ils indiquent seulement une répartition inégale de cette érosion dans le lit des glaciers. En réalité, les faits restent inintelligibles et sans valeur démonstrative pour la question qui nous occupe, si on n'a pas recours à la théorie du mouvement des glaciers. Des quelques principes physiques considérés actuellement comme incontestables, on peut tirer des indications qui éclaircissent le débat :

On sait que le glacier est un « fluide visqueux », suivant la définition de Maxwell. Le frottement interne y est considérable, ce qui diminue d'autant le frottement sur le lit, principe de l'éro-

1. Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins. *CR. Ac. Sc.*, 27 déc. 1909.

sion. La plasticité est limitée, et le mouvement vers l'aval détermine des cassures, généralement aux points où la vitesse est la plus grande, diminuant la pression et par suite le frottement sur le lit.

Les éléments essentiels dont dépend le frottement sont, comme dans tous les fluides, la vitesse et la pression. Leur importance relative n'est pas la même que dans les cours d'eau. La vitesse du glacier est très faible et presque constante. La pression énorme, vu la grande profondeur du glacier, est variable comme cette profondeur¹. C'est la pression qui est le facteur essentiel de l'érosion glaciaire considérée comme due au frottement. Elle augmente avec la profondeur, mais diminue au contraire quand la pente croît, car toute brusque augmentation de la pente augmente le frottement interne en même temps que la vitesse et diminue l'adhérence au lit, en provoquant des dislocations de la masse glaciaire. L'observation montre partout que le glacier a une tendance à perdre contact avec la roche quand la pente augmente et qu'en même temps son épaisseur diminue. Tous ceux qui ont poursuivi des études glaciologiques savent combien les conditions de pression sont différentes dans les *plans* (*Boden* en allemand), et sur les ruptures de pente. Les sondages de Hess n'ont pu réussir que sur des *plans* ; dès que la pente augmente, même sans qu'il y ait de crevasses superficielles notables, l'eau se perd en profondeur dans les cassures, et tous les efforts pour trouver une position permettant de poursuivre le travail jusqu'au fond rocheux sont vains². D'autre part on sait l'instabilité des piquets d'ablation plantés au voisinage des gradins, la difficulté qu'on a à les enfoncer dans la glace extraordinairement dure et serrée des plans.

Tous ces faits d'observation sont d'accord avec la théorie pour montrer que les lieux de rupture de pente sont, malgré la vitesse plus grande, des lieux de moindre érosion, parce que la profondeur du glacier y diminue très notablement ainsi que la pression. Les lieux de frottement maximum doivent se trouver aux points où le produit pression par vitesse a sa valeur maximum, c'est-à-dire au-dessus et au-dessous des ruptures de pente. On peut donc

1. Deux chiffres suffiront pour fixer les idées : les plus grandes vitesses connues dans les glaciers alpins actuels sont de 120 m. par an ; 40 m. est une moyenne très plausible. D'autre part les sondages de Hess à l'Hintereisferner ont montré qu'un glacier alpin actuel de dimension moyenne peut avoir une épaisseur de 300 m. La position des blocs erratiques permet d'attribuer aux glaciers quaternaires une épaisseur de 800 à 1200 m.

2. J'ai été témoin pendant l'été de 1910 de l'échec de toute une campagne, déterminé par ces circonstances.

ner de cette loi une démonstration d'apparence plus rigoureuse que j'ai déjà esquissée et que je juge inutile de reproduire ici¹. La rigueur n'est d'ailleurs qu'apparente, car une équation de l'érosion glaciaire ne peut être qu'une formule rendant sensible le groupement des facteurs, et les courbes qu'elle permet de construire ne doivent être considérées que comme des signes de démonstration graphique.

Il est facile de concevoir que les étranglements du lit ont le même effet que les ruptures de pente. L'observation montre qu'ils déterminent une augmentation de la pente superficielle accompagnée généralement de cassures. La profondeur augmente à l'amont, mais diminue à l'aval².

Nous arrivons à une conclusion qui, non seulement explique

1. L'Érosion glaciaire et la formation des vallées alpines. *Ann. de Géogr., loc. cit.* Bien que l'objet du présent article ne soit pas d'exposer en détail ma théorie de l'érosion glaciaire, je ne puis laisser passer l'occasion de répondre à quelques-unes des critiques dont elle a été l'objet de la part de E. ROMER, adversaire irréductible de l'érosion glaciaire, après en avoir été un apôtre fervent. (Mouvements épigéniques dans le bassin du Rhône et évolution du paysage glaciaire. *Bull. Soc. vaudoise des Sc. nat.*, XVII, 1911, p. 70-192) et de H. LAUTENSACH, élève de Penck (Die Ubertiefung des Tessingebiets, morphologische Studie, *G. Abh.* 1912, p. 1-156). Tous deux se sont attaqués spécialement à la formule que j'ai donnée pour exprimer les variations du frottement glaciaire $F = gvh DA \cos \alpha$ (dans laquelle v représente la vitesse, h la profondeur du glacier, D la densité, A l'adhérence du glacier à son lit, α la pente superficielle). Romer néglige dans la discussion de cette formule l'adhérence, dont l'observation montre l'importance et qui varie en raison inverse de la pente et de la vitesse. Ses résultats perdent par là toute valeur.

La discussion de Lautensach est plus complète. Introduisant dans la formule du frottement la valeur $v = k \sqrt{h} \operatorname{tg} \alpha$, il arrive à éliminer le terme $\cos \alpha$. Mais ce résultat n'est obtenu qu'en supposant l'adhérence constante, ce qui est manifestement inadmissible. En introduisant dans la formule la valeur de $A = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$ on voit reparaître le terme $\cos \alpha$. Sans le reconnaître, Lautensach cherche cependant à combattre l'évaluation que j'ai proposée pour l'adhérence, en disant que, pour une pente nulle, l'adhérence serait infinie. C'est méconnaître le sens que j'ai attaché au mot d'adhérence, et oublier qu'une formule de mécanique physique, forcément très approximative, peut être bonne pour certaines valeurs sans être exacte pour les valeurs limites.

Les courbes que j'ai données pour représenter les variations de l'érosion n'ont pour Lautensach aucune valeur, parce que les coefficients des différents facteurs ont été fixés arbitrairement. En réalité, je n'ai prétendu que substituer une démonstration graphique à la démonstration verbale plus vague. Les coefficients n'ont pas été fixés arbitrairement, mais j'ai choisi après plusieurs essais les courbes qui répondaient le mieux aux faits d'observation tirés de l'étude des lits glaciaires où s'observent des traces d'érosion récente.

2. Toute cette partie de la démonstration, donnée dans mon article des *Annales de Géographie* sous forme graphique paraît avoir échappé à Lautensach qui se contente de renvoyer aux objections de ROMER. Ce dernier n'a cependant pas tenu compte des conditions différentes qui se présentent suivant que l'étranglement est accompagné ou non d'une rupture de pente du thalweg (v. *An. de G.*, p. 306-307).

une grande partie des constatations faites sur l'inégale répartition des traces d'érosion dans les lits des glaciers récemment abandonnés, mais peut expliquer les anomalies de relief les plus importantes des vallées alpines, considérées comme étant en grande partie des anciens lits glaciaires quaternaires : l'intensité plus ou moins grande de l'érosion glaciaire est fonction des inégalités du lit. Elle atteint sa valeur maximum au-dessus et au-dessous des ruptures de pente et des étranglements. Les points où l'érosion atteint son maximum dans le lit d'un fluide en mouvement doivent devenir, si l'érosion se prolonge, des lieux d'anomalie du profil en long. On ne doit pas s'étonner d'y rencontrer des contrepentes. Telle serait l'origine des contrepentes caractéristiques des vallées glaciaires, qui donnent lieu à la formation de lacs, ou de plaines détritiques présentant, jusque dans la montagne, une grande épaisseur d'alluvions.

Après les contrepentes du profil en long, la forme du profil en travers est la particularité la plus curieuse des vallées alpines. On en peut donner une explication satisfaisante déjà esquissée par différents auteurs, et qui est d'accord avec mes observations dans les lits de glaciers récemment abandonnés.

Le glacier occupe dans sa vallée, une place infiniment plus grande que la rivière ¹. C'est la conséquence de la lenteur avec laquelle il obéit à la pesanteur l'entraînant vers l'aval. Son érosion, incontestablement plus faible que celle des cours d'eau, s'exerce sur une surface beaucoup plus grande. Dans une vallée glaciaire, le lit est démesurément étendu par rapport aux versants. Nos glaciers alpins eux-mêmes, empâtent les formes de haute montagne en les noyant sous la glace. Pendant la période glaciaire, l'engorgement des vallées atteignait jusqu'aux chaînes subalpines. Comme tous les fluides en mouvement, le glacier doit travailler à donner à la section de son lit la forme la plus favorable à l'écoulement, c'est-à-dire celle qui assure le moindre frottement. Or, c'est un principe de mécanique démontré que la figure de la section transversale du canal donnant le moindre frottement, est celle dont la profondeur hydraulique moyenne est la plus grande, c'est-à-dire une demi-circonférence ². C'est vers cette section que doit tendre le glacier. De là résulte la nécessité

1. Ont appelé l'attention sur ce point : PENCK (*Die Ubertiefung der Alpentaler Verh. 7ten Internat. Geographen-Congress Berlin 1889*, Berlin 1901, II, p. 232-240). DAVIS (*Glacial érosion in France, Switzerland and Norway. Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, XXIX, 1900, p. 274-322), et le Général BERTHAUT (*Topologie*, p. 264, sq.).

2. RANKINE. *Manuel de mécanique appliquée*, trad. VIALEY, p. 681.

d'attaquer ses bords, en élargissant le lit. La raideur des versants des vallées alpines actuelles vient de ce qu'elles ont été, pendant une grande partie du quaternaire, non des vallées fluviales, mais des vallées glaciaires, et que le pied des versants actuels formait le bord du lit du glacier soumis à l'effort d'élargissement et de sapement.

L'observation montre que cette théorie répond nettement aux faits. Dans les lits glaciaires récemment abandonnés, c'est sur le bord que sont les traces d'érosion les plus frappantes. J'ai pu au bord de certains glaciers, noter plusieurs stades de sapement latéral parfaitement nets, chacun ayant produit une sorte de grande cannelure dans le flanc de la montagne ¹. On en voit des exemples à de grandes hauteurs au-dessus des thalwegs actuels, dans la partie haute de plusieurs grandes vallées, notamment dans l'Oetztal et la haute Reuss ².

Le processus du sapement glaciaire reste encore à expliquer. Il est certain que le frottement n'y joue pas le rôle principal, car la pression doit être logiquement moins forte sur les bords qu'au fond du lit. Il est vraisemblable que la décomposition des roches par les eaux de fonte et les alternatives de gel et dégel, sont les facteurs les plus importants ³.

On peut, en s'appuyant sur les principes qui viennent d'être brièvement exposés, expliquer la genèse, non seulement des traits généraux des vallées alpines (contrepenches du thalweg et profil transversal en U), mais de la plupart des formes caractéristiques du relief alpin. J'ai montré notamment comment on arrive ainsi à l'explication la plus générale des cirques, permettant de se rendre compte notamment de l'origine des cirques complexes et des cirques en gradin, dérivés de vallées torrentielles très courtes; comment on peut aussi expliquer les vallées suspendues, en tenant compte de faits dont l'interprétation n'avait pu encore être donnée, notamment de l'existence de vallées suspendues débouchant sur des parties étranglées de la vallée principale et

1. Rapport sur une mission dans les Alpes orientales. *Bull. Géol. historique et descr.*, 1912, p. 394-413.

2. Rapport, etc., *loc. cit.*

3. Salomon a attiré particulièrement l'attention sur ce mode d'érosion glaciaire (Können die Gletscher im anstehenden Fels erodieren? *N. Jahrb.* 1900, I, p. 117 sq. et : Die Adamellogruppe *Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, 1910 sp. p. 441 sq.) W. D. Johnson a reconnu son rôle particulièrement dans la formation des cirques et sa prédominance à la place de la rimaye (An unrecognized process of glacial erosion. *Science*, N. S., IX, 1899, p. 106). Hobbs a répété la même observation (Characteristics of existing glaciers, un vol 8°. New-York, 1911, chap. 1). Je l'ai étendue à la région d'écoulement (Conditions de l'érosion glaciaire alpine. *CR. Congr. nat. des Soc. fr. de Géogr.* Roubaix, 1911).

des verrous fermant les vallées suspendues, dont la partie inférieure est souvent occupée par un lac ou une plaine fluviale¹. J'ai eu le plaisir de rallier à ma théorie un des adversaires les plus acharnés de l'érosion glaciaire, mon savant confrère W. Kilian², et d'après une correspondance échangée avec le principal auteur des *Alpen im Eiszeitalter*, j'ai pu croire qu'un des points auquel j'attache le plus d'importance (le surcreusement au-dessous des ruptures de pente), était admis par l'apôtre le plus actif et le plus écouté de l'érosion glaciaire³.

Néanmoins je ne saurais considérer ma théorie, pas plus que les théories précédemment exposées, sur l'origine des formes glaciaires, comme suffisant à rendre compte des formes complexes que nous offrent les vallées alpines. Ces formes résultent en réalité d'érosions glaciaires et fluviales alternantes. Le creusement glaciaire des vallées n'est lui-même intelligible que si les vallées étaient déjà dessinées par l'érosion fluviale. Sur ce dernier point j'ai le bonheur d'être pleinement d'accord avec Penck. Mais je ne puis admettre avec lui que le relief fut dans un état de véritable maturité avant l'invasion glaciaire. Les anomalies du relief glaciaire sont dérivées des irrégularités du relief préglaciaire, qui présentait des vallées à pente incomplètement régularisée, et à section de largeur très variable, suivant la dureté des roches, et suivant l'intensité plus ou moins grande du soulèvement. La preuve me semble pouvoir en être faite par une analyse rigoureuse des niveaux d'érosion des vallées alpines, éclairée par l'étude des dépôts fluvioglaciaires de l'avant-pays.

1. L'érosion glaciaire, etc., *An. de Géogr.*, loc. cit.

2. Les formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné. *Bull. Serv. Carte*, XXI, 1909-10. Sur les seuils du débordement glaciaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4, XI, p. 33.

3. M. Lautensach, élève de Penck, a, dans son mémoire sur la vallée du Tessin où il cherche à appliquer les idées de son maître à cette région, attaqué énergiquement ma théorie (v. plus haut). La lecture détaillée de ce remarquable travail n'en montre pas moins que l'analyse des formes a conduit l'auteur à plus d'une conclusion qui est d'accord avec ma théorie, et qui ne s'harmonise pas parfaitement avec les idées exprimées dans *Die Alpen im Eiszeitalter*. Je signalerai seulement l'explication donnée des vallées glaciaires aveugles (Trogschluss), en supposant une rupture de pente due à l'érosion préglaciaire. Je suis arrivé à la même conclusion par l'étude des Tauern (Rapport sur une mission dans les Alpes orientales, loc. cit.) ; sur ce point je me suis rencontré avec DISTEL, qui a soumis à une analyse rigoureuse la morphologie des vallées affluentes de la Salzach (*Die Formen alpinen Hochtäler insbesondere im Gebiet der hohen Tauern und ihre Beziehungen zur Eiszeit. Landeskundliche Forschungen hgg. v. d. Geogr. Ges. München* 1912, 132 p., 6 pl.). Sans connaître ni citer mes premières notes, ni mon article des *Annales de Géographie*, Distel a formulé sur bien des points des conclusions identiques aux miennes. C'est au contraire en pleine connaissance de cause que NUSSBAUM a signalé dans le haut Valais des faits d'accord avec ma théorie (*Die Tal und Bergformen des Vispgebietes, Jahrb. d. Schweiz. Alpenclubs*, 1911, p. 229-250).

II. — ANALYSE DES NIVEAUX D'ÉROSION.

Depuis qu'on a reconnu l'existence de plusieurs périodes glaciaires séparées par des phases interglaciaires, il est permis de s'étonner qu'on n'ait pas distingué dans les vallées alpines les formes résultant de ces différentes phases. On a constaté dans l'avant-pays alpin des alternances de creusement et de remblaiement. Est-il admissible que des changements aussi radicaux dans les parties inférieures des grandes vallées, toujours soumises au régime de l'érosion subaérienne, n'aient pas correspondu à des changements aussi importants dans l'évolution des hautes et moyennes vallées, qui se sont trouvées tour à tour ensevelies sous la glace et livrées à l'érosion fluviale? La réponse n'est pas douteuse. Mais s'il est logique de supposer l'existence de phases de sculpture fluviale et glaciaire alternantes, on doit avouer qu'il est très difficile d'en retrouver les traces. On constate bien l'existence sur les flancs des grandes vallées alpines de toute une série de replats, sans rapport avec la nature des roches, semblant témoigner d'arrêts momentanés du creusement; mais on est mis hors d'état de les dater géologiquement, par le fait qu'ils ont été presque tous recouverts par la dernière grande extension glaciaire. Les dépôts qu'on y trouve sont souvent des moraines de la dernière glaciation ou des alluvions locales.

La seule méthode par laquelle on puisse espérer arriver à un résultat est une méthode morphologique. Il faut classer les replats de façon à reconstituer autant que possible les anciennes vallées, dont ils représentent les restes. On verra ensuite si l'on peut établir une relation avec les dépôts de l'avant-pays alpin.

Il est malheureusement très difficile d'arriver à un classement, même purement morphologique, des replats des vallées alpines. Ce ne sont nullement des terrasses, mais des surfaces en pente relativement moins forte que le reste des versants. Il est rare de pouvoir suivre une même surface sans interruption pendant plusieurs kilomètres. Le raccordement des lambeaux d'anciennes vallées ainsi morcelés semble laisser la plus large place à l'arbitraire, et, en fait, les auteurs qui s'y sont essayés sont arrivés aux résultats les plus discordants, chacun paraissant s'être plus ou moins laissé guider par une idée préconçue.

Pour ne citer que quelques exemples, A. Heim, qui a, l'un des premiers, signalé la multiplicité des replats et a cherché, avec son élève Bodmer, à en établir un classement dans les vallées suisses, distingue cinq terrasses, qui s'écartent de plus en plus des thalwegs actuels vers l'aval, et qu'il explique simplement

par l'érosion des rivières¹. H. Hess qui a soumis à une analyse exacte le Valais y trouve quatre terrasses, représentant pour lui les bords de quatre vallées glaciaires en forme d'auge, dont le creusement est uniquement le fait des glaciers². Penck et Bruckner ne reconnaissent que deux séries de replats ou épaulements, et les interprètent comme le résultat de l'érosion glaciaire combinée avec des érosions fluviales préglaciaires et interglaciaires, sans avoir réussi à se mettre d'accord sur le mode de combinaison de ces deux influences³. Récemment enfin un élève de Heim, reprenant en grand détail l'étude morphologique de la vallée de la Lirith, croit y trouver les traces de dix-sept terrasses échelonnées de 400 à 2500 m. d'altitude⁴.

On s'étonnera moins de ces résultats discordants, si, outre la difficulté du problème, on considère les procédés divers par lesquels on a tenté d'en triompher. Les premiers auteurs se contentent d'inspecter les formes du haut d'observatoires bien choisis, en s'aidant des meilleures cartes, sur lesquelles ils marquent les terrasses qui leur apparaissent ainsi (Heim, Bodmer). D'autres croient trouver dans l'analyse de la carte seule, à l'aide de profils, un moyen mécanique en quelque sorte de distinguer les replats et leurs rapports (Hess, Romer). Sans vouloir s'appesantir sur une critique trop facile des essais déjà tentés, il est permis de dire que l'analyse morphologique des niveaux d'érosion n'a pas, jusqu'à présent, acquis la précision et la rigueur de méthode nécessaires. Il m'a paru possible, en profitant de l'expérience et des essais dus aux auteurs qui ont déjà abordé le problème, de fixer un certain nombre de desiderata, tels que, si l'on peut arriver à y satisfaire, les chances d'erreur et la part d'interprétation seront réduites au minimum⁵.

Le travail doit comporter à la fois l'étude du terrain et l'analyse de la carte par des procédés graphiques. L'étude du terrain seule ne peut donner qu'une orientation, et laisse place à des erreurs inévitables. L'analyse de la carte seule, quelle que soit la perfection des procédés graphiques employés, le soin et la conscience de l'opérateur, est évidemment insuffisante. Le point

1. A. HEIM. *Über die Erosion im Gebiete der Reuss* (*Jb. d. Schw. Alpenclubs*, 1899, p. 371-405, carte). A. BODMER. *Terrassen und Talstufen der Schweiz* Dis. Zurich 1880.

2. H. HESS. *Alte Talböden im Rhonegebiet* (*An. Glaciologie*, II, 1907-08, p. 321-361).

3. *Alpen im Eiszeitalter*.

4. E. GOGARTEN. *Über alpine Randseen und Erosionsterrassen*. *P. M. Ergh.*, n° 165, 1910, 80 p.

5. *Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion appliquée aux vallées alpines*. *CR. Ac. Sc.*, 1911, t. 153, p. 309.

de départ sera, après une inspection préalable du terrain, l'établissement d'un très grand nombre de profils transversaux au thalweg de la vallée considérée, d'après des cartes en courbes de niveau à une échelle voisine de $1/50\ 000$.

On admet que tout adoucissement de la pente d'un versant indique la proximité d'un ancien fond de vallée, mais non le fond lui-même. L'observation montre en effet que les replats ne sont pas de vraies terrasses. Ce n'est que dans le cas d'un déplacement latéral du thalweg, qu'ils peuvent correspondre à un ancien fond de vallée. Leur pente, généralement assez accusée, montre que ce sont des fragments de versants. Dès lors on conçoit que le chiffre brut de leur altitude relative n'a aucune valeur pour la reconstitution des anciens thalwegs. La méconnaissance de ce principe a faussé complètement les résultats d'analyses aussi consciencieuses que celles de Hess et de Gogarten. Pour trouver le fond de l'ancienne vallée correspondant à un replat, on prolonge la partie du profil où se marque le replat, suivant une allure parabolique, jusqu'au-dessus du thalweg actuel (fig. 1).

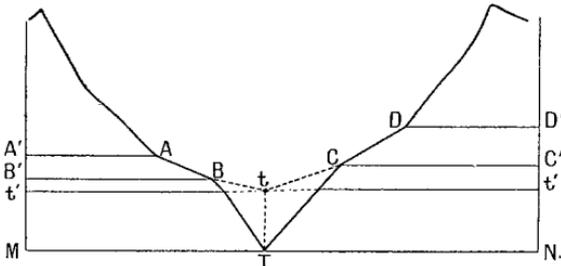


FIG. 1. — PRINCIPE DE LA RESTITUTION D'UN THALWEG, d'après les replats considérés comme représentant des restes des versants de la vallée.

Les replats AB et CD appartiennent à la même ancienne vallée dont le thalweg était en t , à une hauteur $t'T$ au-dessus du thalweg actuel. Cependant à ne considérer que leur hauteur on aurait été amené à les considérer comme distincts ($C'N > B'N$; $D'N > A'N$).

Souvent on reconnaîtra par ce procédé que deux replats, à des altitudes différentes sur les deux versants, appartiennent en réalité au même stade d'érosion.

La valeur des résultats obtenus dépend de l'écartement plus ou moins grand des fragments de versants conservés. Il en résulte que l'erreur probable augmente avec l'altitude relative des anciens thalwegs. L'expérience montre que ce désavantage est heureusement atténué dans les vallées alpines, car les niveaux supérieurs correspondent à des formes plus mûres que les niveaux inférieurs, et ont par suite des pentes relativement plus douces.

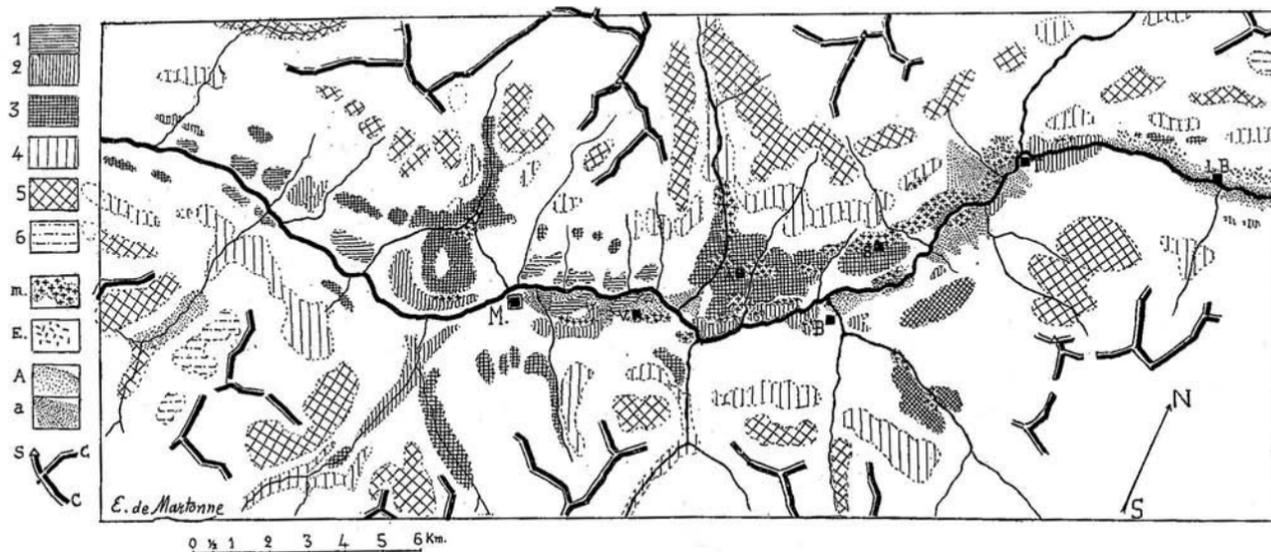


FIG. 2. — ESSAI DE CARTE MORPHOLOGIQUE D'UNE PARTIE DE LA MAURIENNE. Échelle, 1:200 000.

1, 2, 3, 4, 5 et 6. Niveaux d'érosion successifs, numérotés suivant leur ancienneté (1, le plus récent); — m. Moraines de la dernière extension glaciaire; — E. Eboulis; — A. Terrasses et plaines alluviales; — a. Cônes de déjections. — C.C. Crêtes dont les formes indiquent qu'elles n'ont pas été recouvertes par les dernières phases glaciaires; — S. sommet de premier ordre, sur ces crêtes.

Les principaux villages sont indiqués par leurs initiales. La région choisie à titre d'exemple est remarquable par la multiplicité des niveaux d'érosion, en même temps que par les formes d'accumulation, soit du dernier stade glaciaire (moraines, en partie postwürmiennes, notamment à Thermignon), soit post-glaciaires (cônes de déjections et éboulis recouvrant les moraines). — On y note l'association de ces formes d'accumulation avec les bassins des derniers stades [Lans-le-Bourg (L.B.), Thermignon (T.), Villarodin (V.)] avec le côté amont des verrous [Sardières (S.), Aussois (A.), Modane (M.)] ou avec les vallées suspendues. — La superposition des verrous est frappante à Modane. — A Aussois-Sardières, les verrous sont en rapport avec un déplacement du thalweg vers le Sud, plus ancien que ne l'ont cru les auteurs qui l'ont signalé déjà.

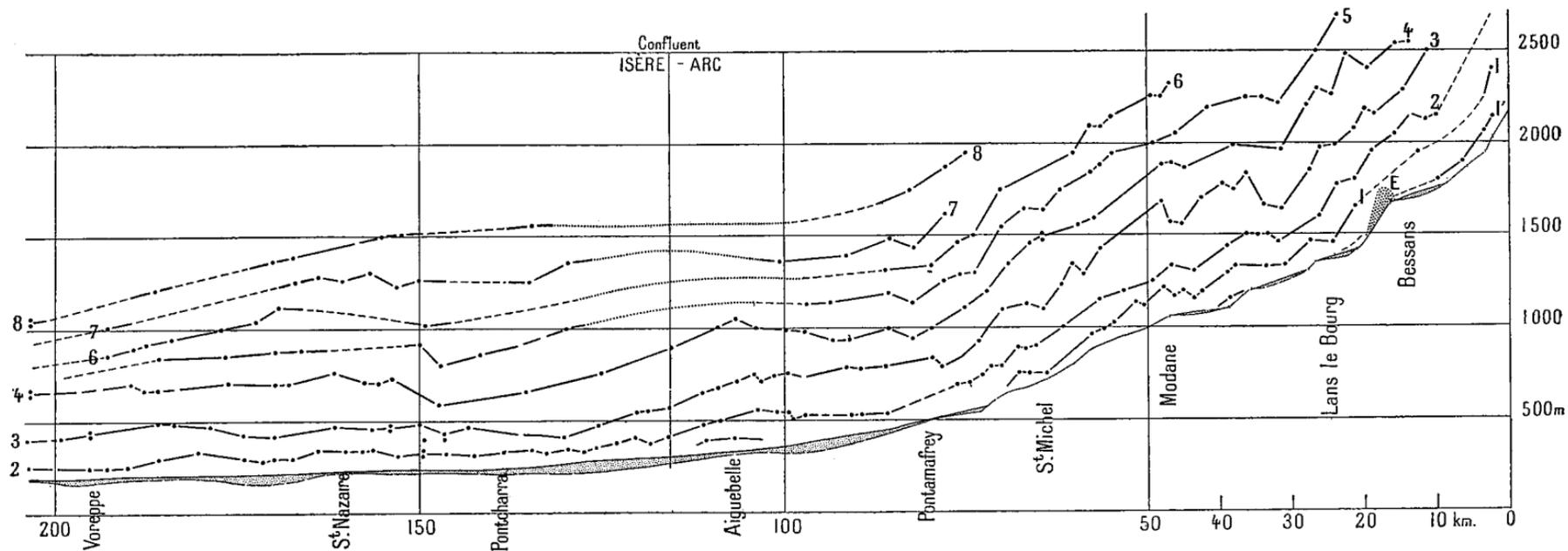


FIG. 3. — PROFILS DES ANCIENS THALWEGS DE LA VALLÉE DE L'ARC-ISÈRE.
Hauteurs exagérées 25 fois.

Les profils doivent autant que possible suivre la ligne de plus grande pente des versants, plutôt que de s'astreindre à être rigoureusement rectilignes. On évitera de les faire suivre des crêtes comprises entre deux vallées affluentes rapprochées, l'intersection des versants pouvant oblitérer les niveaux d'érosion, ou créer des replats sans rapport avec l'évolution de la vallée principale.

Le nombre des profils doit être multiplié le plus possible pour diminuer les chances d'erreur dans les raccordements. Une moyenne de trois profils pour deux kilomètres de longueur du thalweg est le minimum.

Chaque profil devra naturellement être revu sur le terrain. C'est le seul moyen de reconnaître les plateformes structurales indépendantes des niveaux d'érosion, et les replats provenant uniquement d'accumulations morainiques.

Le terme d'une étude des niveaux d'érosion conduite suivant cette méthode, sera un profil longitudinal des anciens thalwegs rapportés au profil du thalweg actuel (exemple figure 3) et, si possible, une carte d'extension des fragments d'anciennes vallées conservées telle que celle que j'ai dressée pour la haute Maurienne (fig. 2). Les résultats seront d'autant plus précis qu'on aura satisfait plus ou moins complètement aux conditions énoncées.

J'ai appliqué cette méthode à l'analyse d'un certain nombre de grandes vallées alpines : Valais, Aar, Reuss, Maurienne, Tarentaise, Grésivaudan. Ce travail est extrêmement long et minutieux. Bien que j'aie été aidé par quelques élèves, je n'ai pu encore achever que l'étude de la Maurienne et du Grésivaudan. L'étude des autres vallées est cependant assez avancée pour que les résultats généraux en apparaissent complètement d'accord avec ceux tirés des vallées de l'Arc et de l'Isère.

La figure 3 résume par un profil en long, les relations des niveaux d'érosion depuis la source de l'Arc jusqu'à Voreppe¹.

On voit qu'il y a incontestablement de 7 à 8 niveaux, que je numérote en partant du bas. Les niveaux 1 à 3 se suivent d'un bout à l'autre sans doute possible. Leur altitude relative diminue vers l'aval. Le niveau 1 paraît rejoindre le thalweg entre Saint-Michel et Saint-Jean, la dernière trace qu'on puisse en trouver est vers Aiguebelle. Le niveau 2 se continue jusqu'à Rovon.

Les niveaux supérieurs présentent une lacune importante dans la région du confluent de l'Arc et de l'Isère, où le rapproche-

1. Pour tout ce travail j'ai utilisé les minutes à 1/20 000 de la nouvelle Carte de France à 1/50 000. Le nombre des profils étudiés est de 187.

ment des thalwegs devait nécessairement amener leur disparition lors de la formation des niveaux inférieurs par intersection des versants. Néanmoins leur parallélisme avec les niveaux inférieurs est si net partout ailleurs, qu'on peut se croire autorisé à un raccordement.

Tandis que les niveaux inférieurs disparaissent vers l'aval, les niveaux supérieurs se perdent vers l'amont. Les niveaux 7 et 8 ne sont nettement marqués que dans le Grésivaudan. Les niveaux 5 et 6 disparaissent en amont de Bramans et de Thermignon.

Le groupe des niveaux supérieurs et celui des niveaux inférieurs diffèrent radicalement par leur allure, leur rapport avec le thalweg actuel, et surtout la nature des formes topographiques qui s'y rattachent. Les niveaux supérieurs paraissent assez réguliers. On y saisit seulement deux ruptures de pente, mais sans contre-pente certaine (c'est-à-dire dépassant l'erreur possible). Les niveaux inférieurs présentent au contraire des irrégularités frappantes, avec des contre-pentes, dont la valeur dépasse l'erreur possible (50 à 150 m.).

Aux niveaux supérieurs correspondent des surfaces ondulées souvent assez étendues, qui peuvent être considérées comme de véritables surfaces de maturité anciennes. Ce sont ces surfaces qui ont été remarquées par divers observateurs et ont pu faire supposer une maturité générale du relief préglaciaire. Les niveaux inférieurs forment des sortes de terrasses irrégulières suivant le thalweg actuel et n'ayant jamais une largeur notable.

L'âge des niveaux d'érosion ne peut être déterminé par des dépôts alluviaux à l'intérieur de la montagne, les moraines de la dernière glaciation y recouvrant souvent plusieurs niveaux. On ne peut espérer y arriver qu'en essayant de les raccorder avec les dépôts fluvioglaciaires du Bas-Dauphiné. Cela est à peu près impossible pour les niveaux inférieurs (nous verrons tout à l'heure pourquoi), mais les niveaux 6 et 5 se raccordent avec la surface supérieure du Chambaran et avec la terrasse secondaire la plus élevée. Considérant, d'accord avec Kilian, Penck, et la plupart des géologues, les cailloutis du Chambaran comme préglaciaires, nous devons conclure que les niveaux supérieurs sont eux-mêmes antérieurs à la glaciation, et que les niveaux inférieurs sont des niveaux glaciaires. On s'explique ainsi le contraste qui existe entre l'allure de ces deux groupes de niveaux et les formes qui y correspondent.

Les contre-pentes des niveaux inférieurs sont le phénomène le plus caractéristique. On en trouve en moyenne une tous les 10 km. Les plus marquées sont entre Bessans et Thermignon,

Aussois et les Fournéaux, Saint-Jean et la Chambre, Epierre et Aiguebelle, Sassenage et Voreppe. Ces contrepentes sont en rapport avec les élargissements et les étranglements de la vallée. L'étude du terrain montre qu'elles correspondent à des bassins et des verrous emboîtés.

Dans certains cas, la nature des roches explique au moins l'origine des contrepentes (Pontamafrey, Voreppe); mais leurs dimensions dépassent la dénivellation de la plateforme structurale. La multiplicité des contrepentes ne permet guère de les expliquer toutes par des captures. La même considération s'oppose à l'explication par des mouvements épeirogéniques. Ce sont de véritables dislocations qu'il faudrait faire intervenir tous les 10 km.; et comme les contrepentes se retrouvent au même point dans tous les niveaux, il faudrait admettre que ces dislocations sont postérieures aux derniers niveaux, ce qui est en contradiction flagrante avec tout ce que l'on sait de la régularité des terrasses alluviales du Bas-Dauphiné.

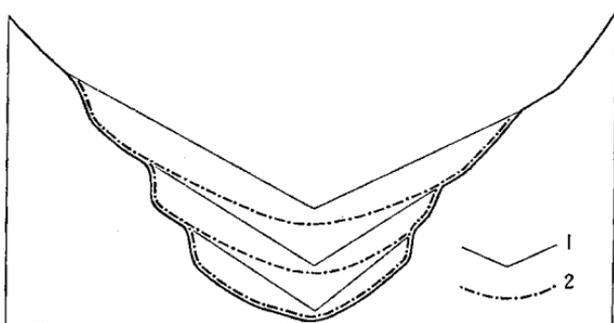


FIG. 4. — SCHEMA DE L'APPROFONDISSEMENT PROGRESSIF DES VALLÉES ALPINES, par creusements glaciaires et creusements fluviaux interglaciaires.
1. Profils de creusement fluvial. — 2. Profils de creusement glaciaire.

Il ne reste qu'une explication possible : les contrepentes des niveaux inférieurs sont dues à l'érosion glaciaire. Les niveaux répondent à une série de lits glaciaires successifs, sculptés dans les vallées fluviales interglaciaires. La figure 4 montre comment on peut se représenter ce processus d'approfondissement.

Les formes complexes des vallées alpines répondent mieux à cette conception qu'à celle d'un creusement glaciaire simple. Les verrous séparant les bassins sont très souvent doubles et triples. Il en est de même des vallées suspendues. La Maurienne et la Tarentaise en offrent de nombreux exemples, mais on en trouve partout dans les Alpes. J'en ai signalé moi-même déjà dans le

Valais, la Haute Romanche, et j'en ai observé des cas très intéressants dans la vallée de l'Inn, les Tauern et l'Oetzta¹.

Les niveaux d'érosion les plus élevés paraissent beaucoup plus réguliers que les niveaux inférieurs. On n'y trouve aucune contre-pente certaine, ce qui est d'accord avec leur origine fluviale préglaciaire. Ils ne peuvent être dus qu'à des approfondissements successifs du [thalweg]. Les irrégularités des niveaux les plus élevés correspondent aux anomalies les plus marquées des thalwegs glaciaires, notamment à Modane, Pontamafrey et Voreppe.

Cette constatation confirme la théorie suivant laquelle les anomalies du modelé glaciaire sont déterminées par des irrégularités du modelé préglaciaire. Les glaciers sont venus occuper des vallées n'ayant pas atteint complètement leur profil d'équilibre et présentant des étranglements, parfois même des ruptures de pente. Il en est résulté la formation de bassins aux endroits où l'érosion était plus faible, c'est-à-dire aux étranglements et sur les ruptures de pente. Les périodes d'érosion fluviale interglaciaire n'ont pu suffire à détruire les irrégularités ainsi créées, mais seulement à les atténuer un peu. Elles se sont de nouveau accentuées à chaque période glaciaire.

Telle est l'explication la plus logique des formes complexes que l'analyse morphologique révèle dans les principales vallées glaciaires alpines. Elles sont le produit d'un cycle d'érosion quaternaire, qui n'est pas un cycle normal continu. C'est le *cycle fluvio-glaciaire alpin*, qui se décompose en une série d'*épicycles* fluviatiles et glaciaires alternants.

III. — LE CYCLE FLUVIOGLACIAIRE ALPIN.

Quelle est l'origine du cycle fluvio-glaciaire alpin? L'analyse des niveaux d'érosion de l'Arc et de l'Isère permet de donner une réponse à peu près satisfaisante. L'intensité du creusement atteignant presque 1500 m., est hors de proportion avec les déplacements du niveau de base qu'on peut concevoir depuis le Pliocène. Des mouvements du sol ont dû intervenir.

Nous ne pouvons malheureusement suivre jusqu'au fond de la montagne les niveaux d'érosion les plus élevés qui doivent être naturellement les plus déformés. Mais l'allure des niveaux immédiatement préglaciaires indique encore des déformations. En un

1. Outre l'article cité dans les *Ann. de Géogr.*, voir : Excursion géographique dans les Alpes du Dauphiné, *Bull. Soc. Géogr. Lyon*, et : Étude morphologique des Alpes orientales (Tauern) et des Karpatés septentrionales (Tauern), *Bull. Géogr. hist. et descriptive*, 1912, p. 387-406.

seul point, il est évident que la pente plus forte est due à une influence purement lithologique, c'est à Pontamafrey. La vallée de l'Arc, creusée d'abord dans les couches tendres du Lias, s'est encaissée lorsque le creusement a atteint le massif granitique. Le verrou de Pontamafrey est le résultat de cette épigénie.

Il est probable que la cluse de Voreppe, qui a joué dans les niveaux glaciaires les plus anciens le rôle d'un verrou, est en rapport avec un encaissement dans les calcaires; de même que l'ancien verrou du Télégraphe (Saint-Michel) a succédé à un étranglement préglaciaire dans la brèche. Mais ces deux derniers cas, que je me propose de discuter en détail dans un mémoire en préparation, sont moins nets, et il y a des ruptures de pente des thalwegs préglaciaires sans rapport avec des influences lithologiques, notamment à Modane et Thermignon. Je crois qu'on doit les attribuer à une intensité locale plus grande du soulèvement, supposition qui paraît d'accord avec le fait que les plus hauts sommets et les principaux massifs glaciaires, se trouvent précisément là, en bordure de la vallée. Mais le mouvement a dû être dans l'ensemble assez régulier; c'était un véritable mouvement épeirogénique. Sa valeur a dépassé certainement 1200 m., et atteint probablement 1500 m. Le creusement préglaciaire, évalué par la distance entre les niveaux d'érosion les plus anciens et le premier niveau glaciaire, n'est que de 700 à 800 m. Il est donc probable que le soulèvement a continué pendant la période glaciaire. Mais il est difficile d'en trouver une preuve directe et de dire quand il s'est arrêté. La question est cependant d'une importance capitale pour l'intelligence des derniers épicycles, qui sont justement ceux dont les traces sont les plus nettes au point de vue morphologique, aussi bien qu'au point de vue géologique.

Pour pouvoir comparer réellement les épicycles préglaciaires aux épicycles glaciaires, il faudrait rapprocher les thalwegs préglaciaires, non des thalwegs glaciaires, dus à l'érosion des glaciers, mais des thalwegs interglaciaires, dus à l'érosion fluviale. Malheureusement, ces thalwegs ne peuvent être suivis avec certitude, les replats qui peuvent y être rapportés étant très peu nombreux. Il ne pouvait en être autrement, vu l'étroitesse du fond des vallées fluviales, et l'élargissement des vallées glaciaires. Si cependant notre théorie du creusement glaciaire est exacte, l'érosion étant très faible sur les verrous, on peut admettre que le thalweg d'une période interglaciaire donnée ne devait pas différer sensiblement de celui qu'on obtient en menant une courbe tangente aux points hauts, c'est-à-dire aux verrous, du thalweg de la période glaciaire précédente. Cette hypothèse est confirmée

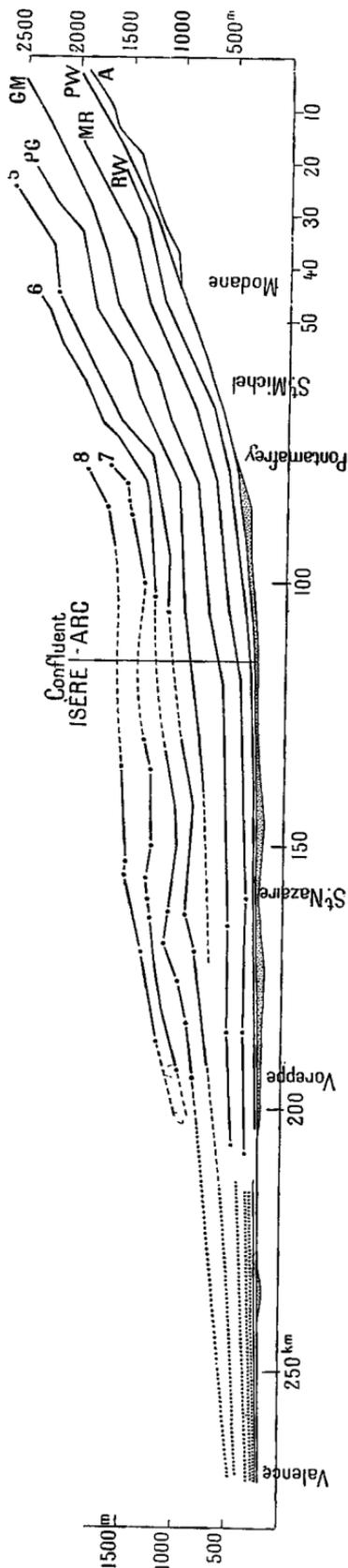


FIG. 5. — PROFILS DES THALWEGS PRÉGLACIAIRES ET INTERGLACIAIRES DE LA VALLÉE DE L'ARC-ISÈRE.

Les thalwegs préglaciaires sont numérotés comme dans la figure 2. PG. thalweg immédiatement antérieur à la période glaciaire de Günz — GM. thalweg fluvial interglaciaire entre les périodes de Günz et de Mindel. — MR. thalweg interglaciaire Mindel-Riss. — RW. thalweg interglaciaire Riss-Würm. — PW. thalweg interglaciaire post-würmien (antérieur à la récurrence néowürmienne). — A. thalweg actuel (les bassins remblayés marqués en pointillé).

par le fait qu'on rencontre ainsi des fragments de niveaux d'érosion qui ne rentrent dans aucun système, et doivent vraisemblablement représenter des replats en rapport avec un niveau interglaciaire.

C'est en procédant ainsi que j'ai établi les profils des thalwegs préglaciaires et interglaciaires comparés (fig. 5). On remarquera :

1° la convergence vers l'aval des thalwegs, indiquant nettement que l'origine du creusement doit être cherchée dans le soulèvement de la montagne ;

2° la tendance de plus en plus marquée à la régularisation du profil, et à l'établissement du profil d'équilibre ;

3° l'intensité du creusement décroissant dans les épicycles récents.

Cette dernière constatation est d'une importance capitale. Elle est contraire à la conception qui attribue le creusement des vallées alpines surtout aux glaciers. Elle s'accorde avec notre théorie, suivant laquelle l'approfondissement des vallées est dû surtout

aux creusements fluviatiles déterminés par les mouvements du sol. Tant que le profil d'équilibre n'est pas atteint, les périodes interglaciaires sont des périodes d'approfondissement général, auquel s'ajoute, pendant les périodes glaciaires, le creusement modéré, mais très inégal, par les glaciers, avec élargissement encore plus inégal des vallées. Le profil d'équilibre une fois atteint, il ne peut plus y avoir de creusement pendant les périodes interglaciaires, sauf sur les verrous et les gradins des vallées suspendues, qui se trouvent au-dessus du profil. Partout ailleurs les périodes interglaciaires sont des périodes d'alluvionnement et en partie de comblement des bassins. Il est évident que c'est ce qui s'est passé pendant les derniers épicycles dans les vallées de l'Arc et de l'Isère, et l'on peut affirmer qu'il en a été de même dans presque toutes les grandes vallées alpines, dans celles du Rhône, du Rhin et de l'Inn en particulier. Mais l'établissement du profil d'équilibre n'arrête pas le creusement glaciaire. Aussi les bassins ont-ils pu continuer à se creuser au-dessous de ce profil. C'est ainsi que sont nés les lacs subalpins, et les bassins actuellement comblés d'alluvions sur une grande profondeur, comme le Grésivaudan. Il serait désirable de réserver à ce processus le nom trop étendu de *surcreusement*; tout au moins pourrait-on l'appeler le *surcreusement vrai*.

La date du *surcreusement vrai* est très importante à fixer; elle indique la période à partir de laquelle on ne peut plus admettre qu'il y ait eu de mouvements du sol. Les mouvements ont certainement cessé avant, car il faut un certain temps pour arriver au profil d'équilibre.

En m'appuyant sur la belle étude de MM. Kilian et Gignoux¹ et sur l'expérience acquise dans un certain nombre de courses dans le Bas-Dauphiné, je crois pouvoir formuler les conclusions suivantes :

Le thalweg glaciaire n° 1 est le thalweg würmien; son fond se trouve à plus de 50 m. de profondeur vers Grenoble; il se relève vers Voreppe, et les moraines à demi enterrées sous les alluvions du bassin de Moirans reposent dessus. Le bassin de Moirans a été dépassé par la grande extension würmienne qui a escaladé le verrou de Poliéna. J'y ai trouvé une moraine parfaitement fraîche avec blocs striés, à la place où la carte géologique marque des alluvions anciennes (a). La continuité avec

1. W. KILIAN et M. GIGNOUX. Les formations fluvioglaciaires du Bas-Dauphiné, *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 129, t. XXI (1909-1910).

les moraines de Décumane est parfaite. Il y a là un de ces *seuils de débordement glaciaire* décrits par Kilian¹.

L'altitude du point le plus bas du verrou de Poliénas nous donne celle du thalweg interglaciaire Riss-Würm. Partant de là, on peut dater les thalwegs glaciaires 2, 3 et 4 et les interglaciaires correspondants. On constate que le creusement avait atteint le profil d'équilibre dès la période Mindel-Riss dans toute la section en aval d'Aiguebelle. On s'explique suffisamment par là que le fond de la vallée soit, même dans les parties les plus étroites, tout en alluvions. Le verrou de Poliénas lui-même est noyé dans les moraines et les alluvions récentes. Il en est de même du verrou d'Aiguebelle. Les moraines de Saint-Nazaire, qui affleurent au milieu du Grésivaudan sont probablement portées sur un socle rocheux, et répondent à une irrégularité du fond noyé sous les alluvions.

Les basses vallées de la plupart des grands fleuves alpins Rhin, Rhône, Inn, offrent des faits du même genre, encore plus démonstratifs, mais qui n'ont pas toujours été bien compris. Les flots rocheux noyés dans les alluvions, ont été invoqués comme des arguments contre le creusement glaciaire. Ce sont en réalité des verrous de vallées creusées au-dessous du profil d'équilibre et dont, par suite, les irrégularités sont en partie masquées par les alluvions, les points les plus hauts des verroux pointant seuls. On voit tous les intermédiaires entre un verrou ayant gardé même son aspect topographique de barre, bien que les alluvions aient envahi la gorge (verrou de Saint-Maurice en Valais), et les roches isolées comme une île, soit au bord de la vallée (Sion, Bex), soit au milieu même (Kummerberg, Eschen sur le Rhin).

Dans la basse Isère, nous avons une série de dépôts interglaciaires récents, sur la date desquels on a discuté et dont l'origine même a toujours semblé difficile à concevoir. D'après nos déductions, les périodes interglaciaires ont été depuis longtemps des périodes d'accumulation. Le Grésivaudan était déjà un bassin creusé au-dessous du profil d'équilibre à l'époque Rissienne. Or il existe près de Grenoble un dépôt certainement interglaciaire, dont la situation a intrigué les géologues; ce sont les argiles d'Eybens, dont l'affleurement le plus bas reste à 30 m. au-dessus du niveau de la plaine de l'Isère². Le thalweg glaciaire auquel ce dépôt correspond est le thalweg Rissien, qui se tient à environ

1. W. KILIAN. Sur les seuils de débordement glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), XI, p. 33, 19.

2. Voir le profil donné par Penck (*Alpen im Eiszeitalter*, p. 689).

50 m. au-dessus de la plaine alluviale actuelle. On doit donc le considérer comme un reste de comblement du bassin du Grésivaudan, probablement occupé par un lac pendant la période interglaciaire Riss-Würm.

Les terrasses fluviatiles surmontées de moraines récentes qui s'étalent en amont de Grenoble jusqu'à Montmélian, et pénètrent vers Chambéry dans la Combe de Savoie ont été considérées comme interglaciaires. La surface sur laquelle reposent les moraines est à peu près horizontale, comme celle d'un dépôt de comblement, et, prolongée vers l'aval, se raccorde avec le point le plus bas du verrou de Poliéas. Les alluvions représentent donc le produit d'une accumulation dans le bassin würmien du Grésivaudan, elles correspondent à un retrait des glaciers (équivalent de la *Laufenschwankung* de Penck?), suivi d'une rapide récurrence qui a déposé à leur surface les moraines. Cette récurrence est précisément celle dont Kilian a montré récemment l'importance, et qui s'est arrêtée au pied du seuil de Rives¹.

Ces indications suffisent pour montrer comment notre analyse morphologique peut mettre sur la voie d'une série d'interprétations géologiques nouvelles, en confirmant des hypothèses déjà énoncées. Certaines difficultés pourraient cependant être soulevées. En les examinant nous pourrions peut-être montrer de nouvelles conséquences intéressantes de notre théorie.

IV. — LA LIMITE DE L'ERRATIQUE.

Dans l'hypothèse d'un enfoncement progressif des thalwegs au cours des périodes glaciaires, on est en droit de supposer, semble-t-il, que la limite de l'Erratique s'est abaissée en même temps que devait s'abaisser la surface du glacier. La découverte de moraines élevées des glaciers anciens paraîtrait un argument sérieux en faveur de notre théorie. Leur absence peut-elle être considérée comme une objection ?

En supposant qu'il y ait un abaissement notable de la surface des glaciers, la conservation des moraines anciennes sur les versants d'une vallée glaciaire devenue une vallée fluviale paraît bien difficile. L'érosion torrentielle les attaque, aussi bien pendant les phases interglaciaires que pendant les phases glaciaires ; la décomposition mécanique s'y fait sentir avec intensité, spécialement pendant les phases glaciaires. Il n'en peut subsister vraisemblablement que les blocs les plus gros. Or de pareils blocs

1. W. KILIAN. Sur les seuils de débordement glaciaire, etc., *loc. cit.*

existent. On en trouve, isolés sur des crêtes ou des plateaux étroits entaillés de tous côtés par les érosions récentes, constituant des témoins dont on s'explique difficilement l'origine. Ce sont ces *Erratiques*, qui ont servi à tracer les limites de la glaciation. On ne s'est pas demandé s'il n'était pas possible d'y voir des restes de moraines plus anciennes que la dernière période glaciaire. Dans le Valais, il y a un hiatus complet entre ces erratiques très haut situés et le revêtement presque continu de moraines récentes qui couvre les parties basses des versants¹. Il en est de même dans la vallée de l'Arve, entre Cluse et Bonneville et dans une bonne partie du Grésivaudan.

Il y aurait un grand intérêt à revoir, en s'inspirant de ces considérations, les déterminations d'épaisseur des glaciers quaternaires qui sont dues à plusieurs auteurs². La plupart des blocs erratiques isolés ne sont pas des traces de moraines de la dernière glaciation. Ils sont tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la limite des surfaces moutonnées. La présence dans une vallée de blocs erratiques originaires d'une vallée voisine séparée par un col élevé, a été considérée comme un argument péremptoire prouvant le passage des glaciers par-dessus le col, et permettant de déterminer son épaisseur ; mais il n'en résulte pas forcément que ces résultats se rapportent à la dernière glaciation.

Seule une étude systématique nouvelle des moraines les plus hautes et des Erratiques les plus élevés, comparés avec les traces de moutonnement pourrait permettre d'apprécier toute la portée de ces suggestions. Encore n'est-il pas certain que la précision des résultats puisse répondre au travail considérable qu'exigerait une pareille recherche.

Diverses considérations permettent d'affirmer en effet, que la surface des glaciers de la dernière période glaciaire n'a pu être très au-dessous de celle des périodes plus anciennes. D'après Brückner, la surface du glacier du Rhône à la sortie du Valais était inférieure seulement de 130 mètres, pendant la période Würmienne, à l'altitude atteinte pendant la période de Riss. Ce chiffre, très approximatif, devrait peut-être être forcé pour l'intérieur de la montagne, mais sans dépasser 200 m. L'abaissement du niveau du glacier peut être dû, soit à une alimentation moins abondante et à un débit conséquemment réduit, soit à une modification

1. Fait très bien mis en lumière par M. Lugeon dans sa belle Carte géologique des Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander.

2. FAVRE, FALSAN, BALTZER, etc. Bruckner en a donné un résumé pour les glaciers du Rhône, de l'Arve, de la Reuss et de la Linth. *Alpen im Eiszeitalter*, p. 554 et p. 603-606.

de la section du lit, permettant un écoulement plus rapide. L'importance relative du débit des différentes périodes glaciaires peut être inférée de la distance jusqu'à laquelle les glaciers ont débordé sur l'avant-pays alpin, distance indiquée par les moraines. D'après ce critérium, la période de Riss est à peu près partout celle où les vallées ont dû débiter la plus grande masse de glace; encore la différence entre Riss et Würm est-elle très faible en certains points. Même pour les glaciers du Rhône et de l'Isère, la distance entre les moraines de Riss et de Würm ne correspond pas à une diminution de débit très considérable. Quant à l'approfondissement du thalweg entre ces deux périodes, il n'est vraiment important que dans la haute montagne où l'on était dans la région du névé, et il ne correspond pas à un élargissement notable de la section, car la vallée en s'approfondissant se rétrécissait de plus en plus.

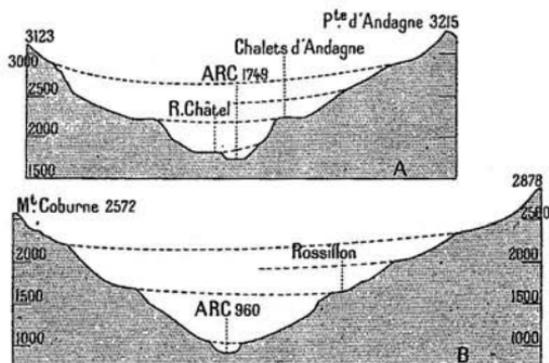


FIG. 6. — EXEMPLES DE PROFILS TRANSVERSAUX MONTRANT LE RÉTRÉCISSEMENT DU PROFIL CORRESPONDANT À L'APPROFONDISSEMENT DES THALVEGS DANS LES VALLÉES ALPINES.

Échelle des hauteurs et des longueurs 1/100.000. La figure montre aussi par deux cas concrets, le profil en escalier des versants, caractéristique de toutes les vallées alpines, et l'application de la méthode de restitution des anciens thalwegs.

Cette dernière considération devient d'un poids encore plus grand, lorsqu'on envisage la hauteur de la surface du glacier aux périodes antérieures à Riss. Il suffit d'examiner en effet une série de profils transversaux établis conformément aux règles fixées plus haut, pour reconnaître que tous les creusements glaciaires n'ont pas beaucoup augmenté la section du lit. C'est ce que montre la figure 6.

En définitive, il y a peu de chances de trouver à l'intérieur des Alpes, de traces des périodes glaciaires les plus anciennes. Il est possible seulement que les blocs erratiques isolés les plus hauts soient les restes de moraines rissiennes.

V. — LES MOUVEMENTS DU SOL.

Nous devons envisager encore de plus près une des conclusions géologiques auxquelles nous a conduit l'interprétation du relief des vallées alpines. Les niveaux d'érosion supérieurs ont été attribués à un creusement préglaciaire ayant atteint plus de 700 mètres depuis le Pliocène moyen, et répondant à un soulèvement d'une valeur moyenne d'au moins 1000 mètres. On peut désirer des preuves géologiques de mouvements du sol aussi importants, des précisions sur leur cause et leur durée.

La supposition de mouvements récents dans les Alpes n'est pas à vrai dire nouvelle. Un grand nombre d'auteurs ont signalé des dislocations locales, failles, effondrements correspondant à des vallées à versants abrupts ou à des bassins lacustres. Mais on a reconnu qu'il s'agissait d'hypothèses inspirées par le désir d'expliquer des anomalies de relief, dues aux influences glaciaires et non de faits réellement observés¹. L'absence de dépôts quaternaires anciens dans l'intérieur des Alpes, rendra probablement toujours vaine toute tentative pour déceler des dislocations locales récentes. Les résultats de l'analyse morphologique que nous avons exposés postulent seulement d'ailleurs un simple mouvement d'exhaussement général. Il est vrai qu'on peut trouver difficile de concevoir un pareil mouvement sans dislocations des dépôts pliocènes et quaternaires anciens, sur la bordure de la montagne. Nous allons voir dans quelle mesure de pareilles dislocations peuvent être constatées.

Il ne sera peut-être pas inutile, toutefois, de rappeler préalablement les résultats de nombreuses études morphologiques et géologiques récentes qui ont montré, soit dans les chaînes de plissement tertiaires en rapport avec les Alpes, soit même dans les massifs hercyniens, la probabilité ou la certitude de mouvements du sol datant de la fin du Pliocène ou du commencement du Quaternaire.

Les travaux de Cvijic et de Grund ont fait connaître dans les Alpes Illyriennes des terrasses fluviales quaternaires disloquées et plongeant sous la mer (Krka, Narenta)². Dans les Pyrénées

1. La plupart des cas auxquels il fait allusion ont été discutés par Penck et Brückner dans leur grand ouvrage *Die Alpen im Eiszeitalter*.

2. J. CVJIC. *Bildung und Dislozierung der Dinarischen Rumpffläche*. *Pet. Geogr. Mitt.*, 1909, p. 121-127 et 157-181, carte à 1/600 000, pl. 12. A. GRUND. *Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges*. *Geogr. Abh.*, IX, 3, 1910. J'ai moi-même pu étudier récemment la basse Krka, qui est vraiment un exemple merveilleux pour ces phénomènes.

M. Mengel a indiqué en plusieurs points des dislocations postérieures au Pliocène moyen ¹. J'ai moi-même fait connaître dans les Karpates méridionales des terrasses quaternaires gauches (Teleajen, Putna, Susitza etc.) ².

Les études morphologiques dont le Massif central a été récemment l'objet ont révélé les traces de cycles d'érosion récents, dont deux au moins sont postérieurs au Pliocène moyen (Demangeon dans le Limousin, A. Briquet dans les Cévennes) ³. Je rappellerai que nous devons encore à A. Briquet, la connaissance de multiples cycles d'érosion dans le Nord de la France, et de dislocations quaternaires des terrasses de la Meuse ⁴, d'accord avec les constatations analogues faites dans les terrasses anciennes du Rhin par Holzapfel et Fliegel ⁵. J'ai moi-même signalé incidemment dans les Vosges, les traces de plusieurs cycles d'érosion récents qu'on retrouve dans la Forêt Noire ⁶, et qui peuvent être mis en rapport avec les dislocations des cailloutis du Sundgau déjà connues par Gutzwiller, et celles du Diluvium des environs de Mayence signalées par M. Dollfus ⁷, indices évidents de l'affaissement récent de la plaine du Rhin, dont on pourrait rapprocher les dislocations des terrasses pliocènes du Neckar et de ses affluents révélées par Koken ⁸.

Tous ces témoignages de mouvements récents affectant jusqu'aux massifs anciens de l'Europe centrale rendent bien peu vraisemblable une attitude passive des Alpes. Reste à examiner les faits géologiques, malheureusement peu nombreux, qui parlent en faveur de mouvements réels sensibles au moins dans l'allure des dépôts postérieurs au pliocène moyen sur la bordure alpine.

C'est à Penck que nous devons les premières indications pré-

1. MENGEL. *CR. Somm. Soc. géol. Fr.*, 23 mai 1910 et 20 février 1911.

2. Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie, Paris, 1907, spéc., chap. iv.

3. A. DEMANGEON. Le relief du Limousin. *An. de Géogr.*, 1910, p. 120-149. A. BRIQUET. Sur la morphologie de la partie médiane et orientale du Massif Central. *An. de Géogr.*, 1912, p. 30-43 et 122-142.

4. A. BRIQUET. La vallée de la Meuse en aval de Liège. *Bul. Soc. Belge. de Géol.*, XXI, 1907, p. 347-364. La vallée de la Meuse en aval de Sittard. *Ibid.*, *Procès-verbaux*, XXII, 1908, p. 366-378.

5. HOLZAPFEL. Beobachtungen im Diluvium der Gegend von Aachen. *Jahr Jahrb.*, d. k. Pr. Landesanst., XXV, 1903, p. 492.

6. Traité de Géographie physique (1909), p. 454, pl. XI. Une analyse détaillée des vallées de la Doller, de la Fecht et de la Thur a permis à un de mes élèves de préciser ces constatations, en établissant l'existence de 4 niveaux d'érosion.

7. G. F. DOLLFUS. Résumé sur les terrains tertiaires de l'Allemagne occidentale. Le bassin de la Mayence. *B. S. G. F.*, 1910, p. 582-525, (sp., p. 616). Gutzwiller. *Verh. Baseler Nat. Ges.*, X, 1895, p. 581.

8. KOKEN. Erläuterungen z. geolog. Spezialkarte der Umgebung von Kochendorf. Stuttgart, 1904, p. 14.

cises à ce sujet. Dès 1904, il signalait un soulèvement postpliocène du bord des Alpes, évalué à 200-300 mètres et dans son grand ouvrage *Die Alpen im Eiszeitalter*, il en donnait comme preuve la position de l'Astien marin ou littoral à 400 mètres au Mont Bartolomeo (lac de Garde), à 400 et 500 mètres près de Borgo Sesia, à 350 mètres dans le Bas-Dauphiné près Hauterive. Il invoquait aussi la pente des cailloutis pliocènes du Chambaran atteignant 8 pour 1000¹.

Il ne semble pas possible de conclure de la position de l'Astien littoral à un mouvement quaternaire, mais seulement à un mouvement postastien². Quant à la pente des cailloutis du Pliocène supérieur au Chambaran, comme au Monte San Bartolomeo, elle n'est pas forcément l'indice de mouvements postérieurs à leur dépôt. 8 pour 1000 n'est pas une pente exagérée pour un dépôt torrentiel. Et tel est bien le caractère de ces cailloutis. Sans doute Penck a tenté de les expliquer comme des alluvions appauvries, (verarmte Schotter), étalées sur une surface en faible pente, par des cours d'eau divagants qui remaniaient des alluvions déjà déposées plus haut dans les vallées mûres des Alpes. Mais cette interprétation ne paraît plus soutenable en présence des constatations faites par Kilian, qui a trouvé en profondeur des alluvions riches en galets de Lias, Urgonien calcaire et même molasse non décomposés³. L'apparence de sédiments appauvris est due en réalité à une décomposition superficielle, dont l'intensité et la profondeur s'expliquent assez par l'ancienneté du dépôt.

C'est précisément du caractère torrentiel des alluvions que l'on peut tirer, selon nous, la meilleure preuve d'un soulèvement général des Alpes.

On ne peut en effet concevoir l'envahissement d'un massif montagneux par des cailloutis torrentiels, si les rivières qui les ont apportés n'étaient pas des cours d'eau exerçant une érosion vigoureuse, dans un relief en voie de creusement. Il est cependant certain que les Alpes ont traversé au Pliocène moyen une phase d'érosion ralentie, correspondant à un relief de maturité avancée. Cette phase est attestée morphologiquement par les surfaces de topographie très mûre qu'on observe répondant aux plus anciens niveaux d'érosion reconnus, et géologiquement par la

1. *Alpen im Eiszeitalter*, p. 685, 770-71, 908-911.

2. Encore faudrait-il envisager l'hypothèse d'un déplacement négatif du niveau de base depuis l'astien, hypothèse qui ne peut être éliminée que par la constatation de véritables dislocations.

3. KILIAN et GIGNOUX. Les formations fluvioglaciales du Bas-Dauphiné, *loc. cit.*, p. 204.

nature des dépôts du Pliocène moyen, qui, sur tout le pourtour des Alpes occidentales et méridionales, depuis la Saône jusqu'à la Vénétie, sont des sédiments sublittoraux à éléments fins, dont la formation serait inexplicable au voisinage d'une chaîne de montagne élevée attaquée par l'érosion. Le creusement vigoureux des vallées qui a succédé à la période d'érosion ralentie du Pliocène moyen représente donc, au sens propre du mot, un rajeunissement du relief. Pour expliquer ce rajeunissement, il faut bien supposer un changement dans les conditions de l'érosion, déplacement du niveau de base ou soulèvement du bloc montagneux. La seconde hypothèse est celle qui rend le mieux compte, non seulement des faits morphologiques¹ mais même des faits géologiques, dont nous nous occupons spécialement en ce moment. En effet, un déplacement du niveau de base aurait eu pour conséquence un ravinement intense du bord de la montagne, qui n'aurait gagné l'intérieur que progressivement; la plus grande masse des cailloutis devrait donc être subalpine; or c'est une caractéristique des cailloutis pliocènes que leur grande richesse en éléments originaires des hautes Alpes (roches cristallines et quartzites), ce qui implique une érosion mordant dès le début sur tout l'ensemble du bloc montagneux².

L'histoire des Alpes à la fin du Pliocène serait ainsi semblable à celles d'autres chaînes tertiaires, telles que les Karpates méridionales, où j'ai montré la corrélation des mouvements du sol récents, ayant rajeuni des reliefs de maturité très avancée, et des accumulations de cailloutis pliocènes ensevelissant le bord de la montagne jusqu'à 700 et 800 mètres³.

1. Au point de vue morphologique, on doit remarquer que s'il y avait eu abaïssement du niveau de la mer avant le dépôt des cailloutis des plateaux, le ravinement commençant par l'aval, les cailloutis au lieu de recouvrir les plateaux devraient se trouver dans des vallées creusées dans l'avant-pays alpin et, entamant même les dépôts du Pliocène moyen, sur lesquels ils reposent au contraire en concordance.

2. La seule voie qui s'offre pour échapper à cette conclusion est de supposer que les cailloutis en question représentent lesterr asses fluvioglaciales d'une glaciation très ancienne. Cette hypothèse, formulée par MM. Déperet et Douxami et admise un moment par W. Kilian (*B. Serv. C. G. F.*, 1901, XII, p. 160), a été définitivement abandonnée par cet auteur comme dépourvue de tout fondement (Les formations fluvioglaciales du Bas-Dauphiné: *Bul. Serv. Carte géol.*, n° 129, sp. p. 29). On n'a en effet jamais trouvé de moraines en rapport avec ces cailloutis ou des cailloutis équivalents en aucun point des Alpes. On connaît d'autre part des formations analogues dans des montagnes où l'existence de calottes glaciaires n'a jamais été soupçonnée, et n'est absolument pas admissible (cailloutis des Karpates méridionales, de la Calabre (E. Gignoux), des plateaux du Nord de la France (A. Briquet).

3. Recherches sur l'évolution morphologique des Karpates méridionales, *loc. cit.* J'estime qu'on sera amené à interpréter de la même manière les grandes nappes de cailloutis sous-pyrénéennes assimilées par L. A. Fabre au Deckenschotter (Lc

Si l'on veut préciser l'âge du mouvement en question, on doit placer son début au moment où commence le dépôt des cailloutis des plateaux du Bas-Dauphiné, c'est-à-dire à la fin du Pliocène tel que l'entendait A. de Lapparent, au début du Quaternaire, tel que l'entend E. Haug¹, soit à une époque équivalente du Calabrien de E. Gignoux².

Notre étude morphologique conduit à la conclusion que le soulèvement a dû continuer dans les Alpes du Dauphiné, au moins jusqu'au début de la période glaciaire. Pour en trouver une preuve géologique directe, il faudrait que le mouvement ait gagné l'avant-pays, et affecté les cailloutis des plateaux. La chose paraît vraisemblable, si l'on songe à l'énorme érosion qui a entaillé ces cailloutis et leur substratum sur une épaisseur de plus de 300 mètres. Il est vrai qu'un abaissement du niveau de base de 300 mètres pourrait avoir eu le même résultat qu'un soulèvement. Mais, sans discuter ici la vraisemblance théorique de pareils changements du niveau des mers, on peut montrer qu'il reste, dans les faits relatifs à l'extension des cailloutis en question, un résidu qu'ils ne peuvent expliquer.

Notons d'abord qu'il existe un point dans les Alpes françaises où l'exhaussement des cailloutis préglaciaires depuis leur dépôt ne peut être contesté. C'est l'ancien delta du Var, dont la surface, correspondant évidemment autrefois au niveau de la mer avec une pente insignifiante, s'élève actuellement de 180 mètres à 500 mètres sur une distance de 10 à 12 kilomètres, soit une pente de 30 pour 1000³. Il n'est pas aussi facile de raisonner sur un dépôt continental torrentiel tel que les cailloutis du Chambarran. Cependant, si la surface de ce dépôt peut être en pente assez forte, il n'est pas admissible qu'il repose sur une surface d'érosion sénile qui soit aussi fortement inclinée.

Kilian et Briquet considèrent, d'accord avec Penck, la base des

sol de la Gascogne. *La Géographie*, 1905, XI, p. 257-284, 343-358 et 413-433, pl. 1 et 2) sans que leur rapport avec des moraines ait pu être établi. Les vastes cônes de déjection qu'elles dessinent ont leur apex d'autant plus haut que la vallée dont elles dérivent est plus importante (560 m. pour le Gave de Pau, 697 m. pour l'Adour, 430 pour le Lauzon, 680 pour la Neste). On trouve, au moins dans la vallée du gave de Pau, des traces de niveaux d'érosion qui semblent pouvoir être mis en rapport avec ces dépôts.

1. *Traité de Géologie*, t. II, fasc. 3, 1911.

2. Sur la classification du Pliocène et du Quaternaire dans l'Italie du Sud. *CR. Ac. Sc.*, 29 mars 1910. Résultats généraux d'une étude des anciens rivages dans la Méditerranée occidentale. *An. Un. Grenoble*, XXIII, 1911, p. 113-133.

3. M. L. BERTRAND a très justement attiré l'attention sur ce fait. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 39. Guehard a même signalé des plissements de ces poudingues (*ibid.*, 1904, p. 169).

cailloutis du Chambaran comme une pénéplaine en rapport avec les surfaces d'érosion séniles de la bordure du massif central, sur lesquelles on retrouve des lambeaux d'ailleurs assez importants des mêmes cailloutis alpins ¹. Une pareille surface ne peut avoir une forte pente que par suite de mouvements du sol, postérieurs à sa formation et à l'accumulation des alluvions qui la recouvrent. Il semble bien que ce soit ici le cas.

La différence d'altitude entre les points les plus hauts où l'on rencontre les cailloutis des plateaux au bord des Alpes, et ceux où on les observe près de Lyon et Valence, est telle que la pente de leur surface de dépôt ne peut être estimée à la valeur de celle d'une pénéplaine, à moins d'admettre que l'épaisseur du dépôt augmente considérablement de l'aval vers l'amont. Or, on constate justement le fait contraire.

Un calcul approximatif rendra d'ailleurs le fait sensible. La pente des points hauts des cailloutis est de 7 p. 1000, de Voreppe à Valence (800 à 400 m.). S'ils reposaient sur une pénéplaine non disloquée, en accordant à celle-ci une pente de 3 à 4 p. 1000 (ce qui est beaucoup), la surface de dépôt ne s'élèverait que de 350 à 350 m. sur 60 km.; l'épaisseur du dépôt devrait donc atteindre 250 m. au bord des Alpes, et serait déjà de plus de 150 m. dans la région où la surface du plateau du Chambaran est le mieux conservée.

Il est vrai que nous ne connaissons pas, d'une façon précise, l'allure du soubassement du Chambaran, qui pourrait n'être pas aussi régulière qu'on l'a supposé, et malheureusement les cartes topographiques dont nous disposons ne permettent pas d'en faire une étude détaillée. En Bavière, Penck a pu, avec l'aide de cartes en courbes de niveau à 1/25 000, montrer que la surface de base du Deckenschotter offre un bombement assez accentué, qu'il attribue à un soulèvement quaternaire ². On ne pourra songer à entreprendre un pareil travail pour le bas Dauphiné, que lorsqu'il sera figuré sur la nouvelle Carte de France à 1/50 000 en courbes. Aussi ne saurais-je donner que comme des résultats provisoires, les conclusions auxquelles je suis arrivé par un examen comparé des cartes géologiques, et un certain nombre de courses sur le terrain ³.

1. KILIAN et GIGNOUX, *op. cit.* *Bul. Serv. Carte géol.* A. BRIQUET, *op. cit.* *Ann. de Géogr.* 1912.

2. *Alpen im Eiszeitalter*, p. 51.

3. Les glissements de terrain sur les versants rendent très difficile, le plus souvent, l'estimation de l'épaisseur du cailloutis.

Le profil ci-joint (fig. 7) suffit pour montrer que la pente de la surface des cailloutis les plus élevés, actuellement connus, n'est pas régulière. Elle atteint 16 p. 1000 au bord des Alpes (la

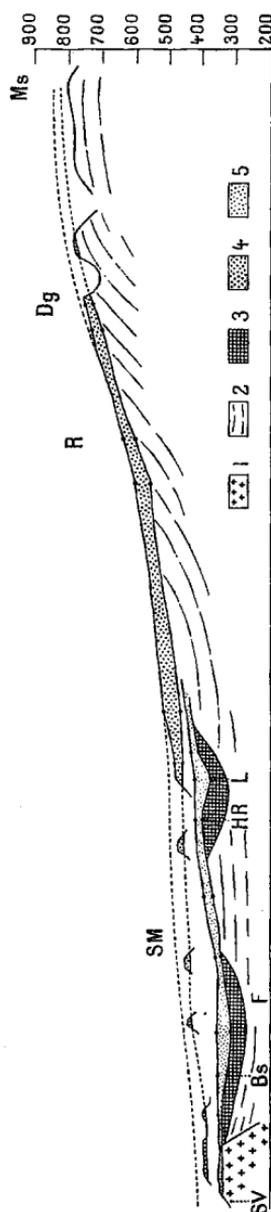


FIG. 7. — COUPE LONGITUDINALE DES PLATEAUX À COUVERTURE DE CAILLOUX ANCIENS DU BAS-DAUPHINÉ, DEPUIS LA CLUSE de Voreppe jusqu'au Rhône. Échelle des hauteurs 1/25 000. Échelle des longueurs 1/400 000.

1, Terrain cristallin du Massif Central. — 2, Molasse. — 3, Pliocène (Marnes d'Hauterive, Sables de Lens l'Étang). — 4, Cailloutis du Chambaran, nappe supérieure. — 5, Cailloutis du Chambaran, nappe inférieure. — La surface originiaire de dépôt et le sousassement de la nappe supérieure sont reconstitués en pointillé à l'amont et à l'aval.

Ms, Morsonnas — Dg, La Digionne — R, Roybon. — SM, Saint-Martin d'Aoust. — L, Lens l'Étang. — HR, Hauterive — F, Fay. — Bs, Beausemblant. — SV, Saint-Vallier.

Digionne à Roybon), l'épaisseur du dépôt ne dépassant pas 50 m. Elle diminue progressivement vers l'aval, passant à 7 p. 1000 à l'Ouest de Roybon ; en même temps, l'épaisseur du dépôt augmente et atteint, par endroits, 60 et 80 m. La nappe de cailloutis très continue qui s'étend des environs de Lens l'Étang jusqu'à Saint-Vallier, est située nettement en contrebas des derniers prolongements de la nappe de Roybon ; aussi, bien que l'état de décomposition soit sensiblement le même, il semble naturel d'y voir une terrasse plus récente. Son sousassement est très irrégulier, avec des dénivellations atteignant 30 et 60 m. ; sa pente est plus forte que celle de la nappe élevée vers Hauterive et diminue considérablement vers Saint-Vallier. Si l'on n'admet pas que la nappe en contrebas soit une terrasse distincte, on est conduit à voir dans sa surface une surface d'érosion sénile, et à attribuer

aux dépôts du cailloutis du Chambaran une épaisseur croissant considérablement vers l'aval, jusqu'à atteindre plus de 150 m. vers le Rhône. Dans cette hypothèse, les inégalités du substratum sont peu de chose, comparées à l'épaisseur du dépôt.

Il resterait toujours à expliquer la pente du plateau en amont de Roybon. Rien ne nous a paru indiquer, de ce côté, de fortes inégalités du soubassement, qui est certainement une surface d'érosion tranchant la molasse notablement relevée du côté des Alpes; mais la diminution très sensible de l'épaisseur du cailloutis vers l'amont, prouve que la pente de ce soubassement est plus forte que celle de la surface des cailloutis. Celle-ci n'est certainement plus ici la surface originaire de dépôt¹. Je ne vois pas d'autre explication possible de cette disposition que celle d'un soulèvement postérieur à l'étalement des cailloutis du Chambaran. Ce soulèvement paraît tout à fait évident lorsqu'on étudie l'abrupt N. S. par lequel le plateau est coupé à l'Est, entre la Digonne et Varacieu; c'est une véritable « côte » ou « cuesta » formée par la molasse très redressée. Plus à l'Est, la molasse est horizontale ou même inclinée du côté des Alpes (notamment au N. de Vinay). Il y a donc eu tendance à la formation d'un anticlinal dissymétrique, ayant comme résultat un soulèvement de 100 à 150 m. du bord alpin. Si l'on admet que le mouvement ait été sensible jusqu'à Hauterive, la valeur de la dénivellation totale atteint 250 m.

Ainsi, même en supposant un affaissement de niveau de la mer de 200 m. depuis la fin du Pliocène, ce qui permettrait d'expliquer le creusement de la vallée du Rhône sans mouvements du sol², il reste impossible de comprendre les faits révélés par l'étude du Chambaran sans admettre un soulèvement du bord alpin de 150 à 250 m., soulèvement marqué par un genou anticlinal dissymétrique dans la molasse. Tel est, en dernière analyse, le seul indice que la géologie permette de retrouver du bombement général qui paraît avoir affecté les Alpes, au début du Quaternaire, bombement dont l'analyse morphologique révèle les effets sur les niveaux d'érosion des vallées.

CONCLUSION.

Voici, en définitive, comment nous croyons pouvoir résumer l'histoire récente des Alpes occidentales et de leur avant-pays français, d'après les résultats de l'étude morphologique des

1. Les glaises et cailloux du Chambaran ont été emportés sur presque toutes les buttes-témoins qui se trouvent à l'E. de l'abrupt Varacieu-Digonne. Il est même à peu près impossible de les retrouver sur les sommets où la Carte géologique en indique la présence.

2. Encore faudrait-il admettre un affaissement de la Bresse.

vallées glaciaires, confrontés avec les données de la géologie (fig. 8).

Après les grands mouvements tectoniques miocènes, accompagnés ou suivis d'un soulèvement en masse, l'érosion avait déjà, au début du Pliocène, réduit considérablement le relief des Alpes, en y créant le long des grandes vallées, de larges surfaces de maturité en rapport avec celles du Massif Central.

L'avant-pays formait une surface de maturité très avancée voisine de l'état de pénéplaine. Le ravinement profond de cet avant-pays dans la région rhodanienne, au début du Pliocène, est un fait certain, prouvé par l'existence des dépôts marins plaisanciens jusqu'au-dessous du thalweg du Rhône, et dont l'explication

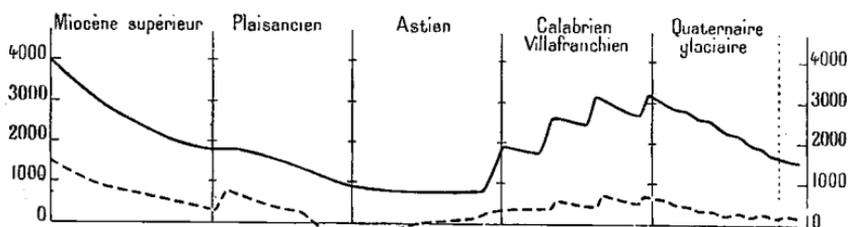


FIG. 8. — SCHEMA DE L'ÉVOLUTION DES ALPES OCCIDENTALES ET DE LEUR AVANT-PAYS FRANÇAIS DEPUIS LE MIOCÈNE SUPÉRIEUR.

Les courbes expriment les variations de l'altitude moyenne, dues aux effets de l'érosion et des mouvements du sol, ou même des déplacements du niveau de base. Une montée brusque indique un soulèvement du sol, auquel peut s'ajouter peut-être pour l'avant-pays un abaissement du niveau de base; une descente brusque indique un affaissement du sol, ou peut-être un relèvement du niveau de base. Une montée lente indique un remblaiement, une descente lente indique une période d'érosion.

La courbe en traits pleins se rapporte aux Alpes, la courbe en traits interrompus se rapporte à l'avant-pays.

peut être cherchée, soit dans un mouvement d'exhaussement du sol, soit dans un abaissement du niveau de la mer; de même que l'invasion des vallées étroites et profondes par les eaux marines peut être attribuée soit à un affaissement soit à un relèvement lent du niveau de la mer. Quoi qu'il en soit, ces événements ne semblent pas avoir eu de contre-coup dans les Alpes, dont l'érosion devait être très avancée, car autrement les dépôts pliocènes ne pourraient avoir le caractère de sédiments fins, et les éléments clastiques grossiers y seraient plus généralement répandus. C'est seulement après l'Astien, que les mouvements du sol reprennent dans les Alpes, amenant un nouveau cycle d'érosion, le grand cycle d'érosion alpin, décomposé en épicycles par les arrêts momentanés du mouvement et, au bout d'un certain temps, par les invasions glaciaires successives.

Les vallées de l'avant-pays étaient comblées à peu près de sédiments, quand les cailloutis grossiers alpins provenant de l'érosion des surfaces de maturité intra-alpines, commencent à se déverser sur le bord des Alpes et jusqu'au Massif Central. L'apogée du soulèvement marque à peu près le début de l'époque glaciaire. A partir de ce moment du moins, il est permis de croire que l'érosion a marché plus vite que le soulèvement. Tandis que dans l'avant-pays les épisodes de remblaiement et de creusement se succèdent, en rapport avec les variations du volume des alluvions charriées par les cours d'eau, suivant qu'ils étaient ou non nourris par les glaciers, — peut-être aussi, en rapport avec des mouvements du sol, sinon du niveau de la mer, ainsi que le suggère Kilian, — les vallées alpines s'approfondissent graduellement, en prenant des formes de plus en plus complexes, car la sculpture glaciaire y alterne avec l'érosion fluviale. Seule une analyse morphologique détaillée peut débrouiller ces formes, dont l'interprétation soulève souvent des difficultés insurmontables.

C'est l'analyse de ces formes qui a été le point de départ de ce travail. Je suis persuadé qu'elle pourra encore donner des résultats importants, à condition d'être poursuivie sans idée préconçue, suivant une méthode rigoureuse, et mise en rapport autant que possible avec les faits géologiques, malheureusement trop peu nombreux, qui peuvent servir de pierre de touche à ses conclusions.

MONOGRAPHIE PALÉONTOLOGIQUE D'UNE FAUNE DE L'INFRAlias DU NIVERNAIS MÉRIDIONAL

PAR **J. Dareste de la Chavanne** ¹.

PLANCHES XV, XVI, XVII.

La faune, dont la monographie fera l'objet de cette étude, provient d'un gisement appartenant à un affleurement liasique situé dans la région du Nivernais comprise entre la Loire et l'Allier, dans la vallée de la Colâtre, non loin du village d'Azy-le-Vif ².

En donnant une description de cette faune, dont le niveau est l'un de ceux les plus classiques, et les mieux étudiées par de nombreuses monographies paléontologiques, mon intention ne peut être certes d'apporter des faits nouveaux bien importants.

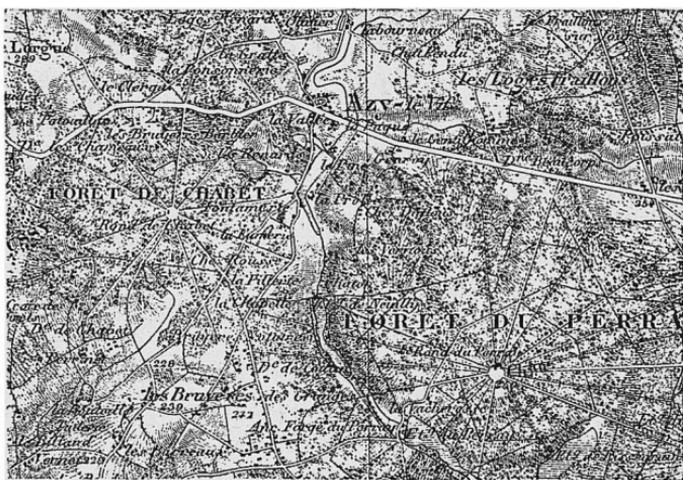


FIG. 1. — ENVIRONS D'AZY-LE-VIF. Échelle 1/100 000
(d'après la Carte de l'État-Major, feuille Saint-Pierre).

Mon but, ici, a été de décrire et de figurer une faune en partie nouvelle, constituant un ensemble assez complet, et provenant d'un gisement nouveau et d'une région où ce niveau n'avait encore fait l'objet d'aucune étude spéciale et originale.

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1912.
2. Voir : *Carte géologique détaillée, feuille Saint-Pierre.*

Pour les espèces déjà connues, je me suis attaché à rectifier et à préciser les déterminations faites par certains auteurs sur des échantillons plus ou moins parfaits. Dans ce gisement, en effet, les échantillons, dont les tests, pour la plupart en calcite cristallisée, ont conservé leur ornementation, se prêtent tout particulièrement à des descriptions et à des déterminations spécifiques plus précises, ainsi qu'à des diagnoses génériques intéressantes, que nous avons empruntées pour la plupart à celles reconnues et établies par M. M. Cossmann, dans son remarquable *Essai de paléoconchologie comparée*.

C'est ainsi que nous avons pu signaler dans cette faune très riche, non seulement l'existence d'espèces nouvelles de Gastropodes, mais y constater aussi la présence de quelques genres nouveaux, dont plusieurs étaient connus jusqu'ici exclusivement dans le Trias, et dont la continuation à l'époque liasique n'est pas sans offrir un intérêt particulier au point de vue paléontologique.

De plus, la présence d'un Céphalopode caractéristique, localisé dans la partie supérieure de l'assise fossilifère renfermant cette faune, nous a permis de préciser mieux encore l'âge de cette dernière, en lui assignant une place bien définie dans la succession des zones paléontologiques.

Enfin, cet affleurement infraliasique, par sa situation géographique, constitue un jalon important reliant ainsi les couches hettangiennes, s'étendant du Luxembourg au Morvan, à celles de la Vendée.

Stratigraphie

La majeure partie de la région qui nous intéresse présente un grand développement de cette formation désignée sous le nom de *argiles et graviers des plateaux*, et dont l'âge, sans doute mio-pliocène, semble rester encore assez imprécis. En quelques points cependant, l'érosion est parvenue à l'entailler et à en mettre à jour le substratum ; çà et là, en effet, à la faveur de petits ravins creusés par les eaux de quelques ruisseaux peu importants, tributaires de la Loire, apparaissent des affleurements, en général relativement restreints, de terrains plus anciens (terrains cristallins et surtout Trias, Infralias, Lias, etc.). Tel est le cas de l'affleurement qui nous occupe.

Ce dernier est situé sur la rive droite de la Colâtre, un peu au Nord de la route de Saint-Pierre-le-Moutier à Decize, à cinq à

six cents mètres environ à l'Est du village d'Azy-le-Vif. La Carte géologique détaillée (feuille *Saint-Pierre*) mentionne avec raison en ce point le Trias et le Sinémurien ; comme nous allons le voir, l'Infralias, et particulièrement l'Hettangien, y existe aussi assez développé et très fossilifère ¹.

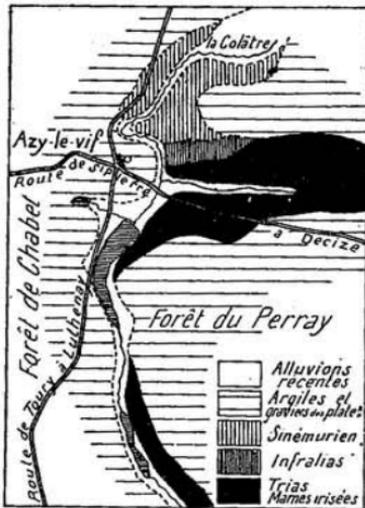


FIG. 2. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS D'AZY-LE-VIF (NIÈVRE).
Échelle : 1/80 000.

Les observations stratigraphiques sont rendues assez difficiles en cet endroit, où les alluvions récentes de la Colâtre masquent souvent le substratum et où, surtout, les cultures et la végétation forestière recouvrent la presque totalité de la surface du sol. Néanmoins, grâce à la présence d'anciennes carrières dont l'exploitation est abandonnée aujourd'hui, j'ai pu relever de bas en haut la succession suivante :

- 1° Calcaires sableux jaunes clairs en bancs épais ;
- 2° Calcaires marneux tendres et blanchâtres (0 m. 25) ;
- 3° Assise d'argile verte avec calcite fibreuse (1 m. environ) ;
- 4° Banc de calcaires grisâtres se

délitant en plaquettes recouvertes de lumachelles à *Ostrea sublamellosa* DUNKER (0 m. 80) ;

5° Calcaires gris-jaunâtres, durs, en bancs massifs, parfois caverneux et vacuolaires et ressemblant alors à de véritables cargneules (1 m. 50).

6° Assise de marnes argilo-sableuses, blanchâtres, jaunâtres et jaune-verdâtres, intercalées de petits bancs minces argilo-calcaires, blanchâtres, subcrazeux et de lits minces argilo-gréseux, feuilletés, jaunâtres et plus ou moins ferrugineux vers le sommet.

C'est dans ce complexe d'assises que j'ai recueilli toute la faune qui fait l'objet de cette monographie. Ce niveau représente sans conteste l'Hettangien supérieur et, par sa partie tout à fait supérieure, la base du Sinémurien inférieur (2 m. 50 à 3 m.).

1. Le Rhétien, d'après la Carte géologique, représenté dans cette région par des grès bariolés, une couche d'arkose kaolinique et des marnes blanches et rouges, doit sans doute exister aux environs d'Azy-le-Vif. Mais jusqu'ici la détermination de ce niveau n'a été corroborée par un document paléontologique. Une étude détaillée de ce terrain, surtout au point de vue paléontologique, me semble rester encore à faire dans cette région.

J'ai recueilli dans cette assise les espèces suivantes :

- Arietites rotiformis* SOWERBY.
Ægoceras sp.
Striactæonina Buvigneri TER-
 QUEM.
Striactæonina sinemuriensis MAR-
 TIN.
Ovactæonina Heberti PIETTE.
Cylindrobullina arduennensis
 PIETTE.
Endiatænia Terquemi COSSMANN.
Procerithium Henrici MARTIN.
Procerithium (Cosmocerithium)
Dumortieri MARTIN.
Promathildia semele D'ORB.
Promathildia Terquemi VON BIS-
 TRAM.
Promathildia grata TERQ. et
 PIETTE.
Promathildia (Teretrina) Hum-
berti MARTIN.
Promathildia bicarinata nov. sp.
Promathildia rhodana MARTIN.
Promathildia (Clathrobaculus)
chorda DUMORTIER.
Angularia nivernensis nov. sp.
Tretospira azyensis nov. sp.
Tretospira obliqua TERQUEM.
Zygopleura subnodosa D'ORB.
Zygopleura carinifera nov. sp.
Zygopleura verrucosa TERQUEM.
Zygopleura morencyana TERQ. et
 PIETTE.
Stephanocosmia (Goniospira) no-
dulosa nov. sp.
- Rigauxia gracilis* nov. sp.
Cælostylinia (Omphaloptycha)
morencyana PIETTE.
Cælostylinia (Omphaloptycha)
ventricosa nov. sp.
Bourquetia Deshayesa TERQUEM.
Ampullospira infraliasica COSS-
 MANN.
Eucyclus triplicatus MARTIN.
Eucyclus tricarinatus MARTIN.
Eucyclus tectiformis COSSMANN.
Eucyclus Andleri MARTIN.
Pleurotomaria rotellæformis
 DUNKER.
Pleurotomaria jamoignaca TERQ.
 et PIETTE.
Pleurotomaria planispira nov. sp.
Liogryphæa sp.
Lima (Plagiostoma) gigantea
 SOWERBY.
Mytilus Stoppanii DUMORTIER.
Cardinia crassissima SOWERBY.
Cardinia quadrangularis MARTIN.
Cardinia hybrida SOWERBY.
Astarte Chartroni COSSMANN.
Lucina arenacea TERQUEM.
Lucina (Phacoïdes) exigua TER-
 QUEM.
Pentacrinus tuberculatus MILLER.
Miocidaris Martini COTTEAU.
Montlivaultia Guettardi BLAIN-
 VILLE.
Montlivaultia Haimei CHAPUIS et
 DEWALQUE.

7° Alternance de marnes et de calcaires brun-jaunâtres renfermant *Liogryphæa arcuata* LAMK., *Arietites Bucklandi* Sow., *Spiriferina Walcottii* Sow., *Avicula sinemuriensis* D'ORB., *Chlamys textoria* SCHLOTH. Ce niveau représente le Sinémurien franc.

L'ensemble de cette série paraît être en contact avec les marnes irisées triasiques, qui affleurent à peu de distance dans le fond de la vallée de la Colâtre et de l'un de ses petits affluents, et y paraissent assez largement développées. Mais, pour les raisons que j'ai indiquées plus haut, il ne m'a pas été permis de

constater si cette succession d'assises repose normalement en concordance sur le Trias, ou transgressivement sur celui-ci, ou enfin si elle se trouve en contact par faille avec ce dernier terrain ; en tout cas, s'il s'agit d'une faille, elle est de bien moindre importance que celle indiquée sur la Carte géologique, car elle a tout au plus pour résultat d'amener en contact les argiles irisées (partie supérieure du Trias) avec des assises correspondant à la base de l'Hettangien et probablement même à la partie supérieure du Rhétien.

Enfin le faciès, que revêt en ce point l'Infralias, indique plutôt une mer de faible profondeur ou la proximité d'un rivage. La présence d'argiles gréseuses et de calcaires sableux plus ou moins grossiers et surtout de cargneules, les changements latéraux de faciès souvent brusques dans une même assise, et enfin le caractère semi-néritique assez accusé de la faune en sont autant de preuves manifestes.

Par sa situation géographique, en effet, cet affleurement infraliasique se trouve en bordure d'un massif cristallin, dont l'emplacement et l'orientation sont révélés par la présence d'îlots et d'ellipses gneissiques émergeant, à peu de distance vers le Sud-Ouest, au milieu des atterrissements mio-pliocènes et s'alignant sensiblement suivant la direction N.N.E.-S.S.W. Cette ride cristalline, témoin d'un pli d'âge sans doute hercynien, devait former une sorte de seuil ou d'isthme continu ou discontinu reliant le massif ancien du Morvan à celui du Bourbonnais.

Paléontologie.

ARIETITES ROTIFORMIS SOWERBY

Pl. XVII ; fig. 13, 13a, 13b.

1824. *Ammonites rotiformis* Sow. — SOWERBY. Mineral Conchology ; t. V, pl. CCCCLIII, p. 76.
1830. — — ZIETEN. Die Versteinerungen Wurtembergs ; p. 35, pl. XXIV, fig. 1a-1d.
1879. — — REYNÈS. Monographie des Ammonites ; pl. VIII, fig. 4-7.
1882. *Ammonites rotiformis Zieteni* Sow. — QUENSTEDT. Amm. des schwäb. Jura ; t. I, p. 45, pl. v, fig. 1.
1890. *Arietites rotiformis* Sow. — WAHNER. Beiträge zur Kenntniss der tieferen zonen des unteren Lias ; t. 8, p. 259, pl. XIX-XXI. *Beiträge zur Paläontologie Oesterreich-Ungarns und des Orients.*

Cette espèce est représentée ici par quatre échantillons. Ces derniers se rapportent parfaitement à la description et aux figures

que donne Wähler de *Arietites rotiformis*. Les échantillons jeunes que nous figurons ici sont absolument identiques aux figures que cet auteur donne de cette espèce (Wähler, *loc. cit.*, VIII, pl. XXI, fig. 5).

Cette espèce possède des tours étroits, nombreux, régulièrement enroulés, peu recouvrant, de sorte que chez l'adulte l'ombilic est extrêmement large. Les tours légèrement aplatis et à section subquadrangulaire portent des côtes transverses, fortes, saillantes, arrondies, subradiales, presque droites, partant de l'ombilic et s'infléchissant très légèrement en avant sur le bord externe des tours où elles forment une sorte de petit renflement épineux ; puis elles s'infléchissent davantage en avant, s'atténuent et disparaissent sur le dos pour faire place à une carène arrondie située entre deux sillons. La surface du test est ornée de stries d'accroissement sensiblement parallèles à la direction des côtes.

Chez le jeune, la carène et les deux sillons latéraux sont à peine indiqués, et chez l'animal très jeune, le dos des tours ne présente que des stries d'accroissement transverses et infléchies en avant.

Le nombre des côtes est de 19 sur le dernier tour d'un échantillon de 32 mm. de diamètre, de 15 sur le dernier tour d'un échantillon de 18 mm. de diamètre et de 14 sur celui d'un échantillon de 14 mm. de diamètre.

<i>Dimensions.</i> —	Hauteur du dernier tour.	Diamètre du dernier tour.	Largeur de l'ombilic.
	14	60	39
	10	32	15
	7,5	18	9
	6	14	6

Rapports et différences. — Notre espèce a quelques affinités avec certains échantillons jeunes rapportés par Quenstedt à *A. Bucklandi* Sow. (QUENSTEDT. Ammonites de Souabe ; pl. x, fig. 3-4). Elle est également voisine de *A. hettangiensis* TERQUEM de la zone à *A. angulatus* (REYNÈS. Ammonites du Lias ; pl. III, fig. 24-26). Mais dans notre espèce les tours sont plus larges, et les côtes plus espacées. Cette forme paraît avoir aussi quelque analogie avec celle figurée par Reynès sous le nom de *A. Delmasi* REYNÈS de la zone à *A. angulatus* (REYNÈS. Ammonites du Lias, pl. II, fig. 22-28). Mais sur nos échantillons les côtes sont plus espacées.

Répartition stratigraphique. — Dumortier mentionne *A. rotiformis* à la base de la zone à *A. Bucklandi* ; Reynès cite cette espèce dans les assises à *A. Bucklandi* ; Quenstedt dans le Lias α ; Wähler dans les

calcaires jaunes infraliasiques (calcaires à *Arietites* proprement dits) de Enzesfeld (Alpes autrichiennes), associée avec quelques *Schlotheimia*; H. Joly la signale dans les sables de Metzert (Luxembourg belge) dans la zone à *Schlotheimia angulata*; dans l'Apennin ligure aux environs de la Spezia, *Arietites rotiformis* a été rencontrée dans les calcaires à *Schlotheimia angulata*.

D'une façon générale, il semble ressortir que *A. rotiformis* se rencontre d'une part dans la zone à *Schlotheimia angulata*, et plus particulièrement au sommet de celle-ci, d'autre part dans la zone à *Arietites Bucklandi*, plutôt à la base de cette dernière. Il semblerait donc que les assises à *Arietites rotiformis* représentent une zone intermédiaire entre la zone à *Schlotheimia angulata* et celle à *Arietites Bucklandi*, c'est-à-dire représente une zone de passage entre l'Hettangien supérieur proprement dit et le Sinémurien franc. Du reste dans l'affleurement qui nous intéresse, ce fait se trouve vérifié stratigraphiquement, car si les assises subordonnées ne sont pas caractérisées par la présence de *Schlotheimia angulata* qui paraît être absent, nous ferons remarquer que les assises, qui surmontent directement le niveau à *A. rotiformis*, appartiennent au Sinémurien franc caractérisé par *A. Bucklandi* et *Liogryphæa arcuata*.

ÆGOCERAS sp.

La petite taille et l'usure du seul échantillon que nous possédons et qui est un jeune, ne nous permettent malheureusement pas sa détermination spécifique. Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'il appartient au genre *Ægoceras*, dont la présence parmi cette faune est intéressante à signaler.

Rapports et différences. — Notre échantillon paraît pouvoir être rapproché de *Ægoceras Frigga* WÄHNER (WÄHNER. Beitrage zur paleontol. Oesterreich-Ungarns und des Orients, t. III, p. 106, pl. xxiii, fig. 1-4), espèce qui d'après Wähner appartient à la zone à *Ægoceras megastoma*; H. Joly signale cette espèce dans la zone à *S. angulata* dans la Moselle et dans la Lorraine.

Cette forme a aussi quelque analogie avec *Ægoceras calliphyllum* NEUMAYR figurée par von Bistram, Lias der Val Solda; p. 21, pl. 1, fig. 9-13), qui considère cette espèce comme appartenant à la zone à *Psiloceras planorbis* du bassin du Rhône, de la Côte d'Or, du Luxembourg, de Hettange et des Alpes orientales. et avec *Ægoceras tenerum* NEUMAYR espèce figurée par von Bistram, (*loc. cit.*, p. 19, pl. 1, fig. 3-4) et rapportée par cet auteur à la zone à *Psiloceras planorbis* des Alpes orientales et de l'Allemagne occidentale.

STRICTÆONINA BUVIGNERI TERQUEM

Pl. XV; fig. 1, 1a, 1b.

1855. *Tornatella Buvigneri* TERQUEM. — TERQUEM. Pal. Luxemb. et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 257, pl. xv, fig. 1.

1856. *Tubifer striatus* PIETTE. — PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 203, pl. x, fig. 22.
- ?1858. *Tornatella fragilis* QUENSTEDT. — Der Jura; p. 61, pl. v, fig. 26.
1864. *Orthostoma cylindrata* DUMORTIER. — Infralias; t. I, p. 125, pl. xx, fig. 10.
1895. *Striactæonina Buvigneri* TERQUEM — COSSMANN. Gastropodes; p. 7, pl. I, fig. 38-39.
1903. *Cylindrobullina Buvigneri* TERQUEM — VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 77, pl. vi, fig. 7.

Coquille de petite taille, ovale et fusiforme, à spire moins allongée que dans les *Ovactæonina*, à sommet moins aigu, à tours plus cylindriques, légèrement carénés en arrière et étagés en gradins.

Les tours sont en général au nombre de 5, ils sont ornés de filets spiraux très fins et très serrés et visibles seulement sur le dernier tour. Celui-ci est plus grand par rapport à la longueur totale que chez les *Ovactæonina*.

L'ouverture est très allongée et rétrécie en un angle très aigu en arrière. Le bord du labre et la columelle sont en partie mutilés sur nos échantillons.

Dimensions. — Longueur, 11 mm. 5; largeur 5 mm.; longueur du dernier tour, 7 mm.

Rapports et différences. — Notre espèce paraît assez conforme à *Tornatella Buvigneri* TERQ., à *Tubifer striatus* PIETTE, à *Orthostoma cylindrata* DUMORTIER et à *Cylindrobullina Buvigneri* TERQ., figurée et décrite par von Bistram.

Cette espèce a été rangée par M. Cossmann dans le genre *Striactæonina* COSSM. (COSSMANN. Essai de paléoconchologie comparée, t. 1, p. 60).

Cette espèce est voisine de *Orthostoma avena* TERQUEM (TERQUEM. Pal. Luxembourg *M. S. G. F.*, (2), V, p. 260, pl. xv, fig. 8) des grès d'Hettange et de *Striactæonina avena* TERQUEM (COSSMANN. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4) II p. 167, pl. III, fig. 3-4) de l'Infralias de la Vendée. Toutefois, on n'y voit pas le sillon caractéristique qui, d'après Terquem et Cossmann, borde la carène postérieure de chaque tour de spire et qui, d'après M. Cossmann, est caractéristique du genre *Striactæonina*.

Répartition stratigraphique. — Terquem a signalé cette forme dans les grès infraliasiques d'Hettange; Piette, dans les grès hettangiens d'Aiglemont et de Rimogne; Dumortier dans l'Infralias du bassin du Rhône et de la Saône, et von Bistram dans l'Infralias du Val Solda.

STRIACTÆONINA SINEMURIENSIS MARTIN

Pl. XV; fig. 2, 2a.

1859. *Actæon sinemuriensis* MARTIN. — MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 70, pl. I, fig. 9-10.
1864. *Orthostoma scalaris* DUMORTIER. — DUMORTIER. Infralias, p. 126, pl. xx, fig. 12.

Coquille de petite taille, de forme ovale, à spire scalaire moyennement allongée, formée de 6 tours étagés à angle droit, subcylindriques et creusés, le long de la carène et en avant de celle-ci, d'un fin sillon bien marqué. La surface des tours est lisse, c'est à peine si l'on distingue à la loupe de très fines stries spirales sur la base du dernier tour. Le dernier tour est plus grand que la moitié de la longueur totale. L'ouverture est arrondie en avant et très étroite en arrière.

Dimensions. — Longueur, 9 mm. ; largeur, 4 mm. ; longueur du dernier tour, 5 mm. 1/2.

Rapports et différences. — Cette espèce présente l'ouverture des coquilles appartenant au genre *Striactæonina*, tel que l'a défini et décrit M. Cossmann, et elle en présente le caractère essentiel à savoir la présence d'un sillon spiral sur les tours, le long de la carène postérieure (COSSMANN. Essai de paléoconchologie comparée, t. I, p. 59).

Au point de vue spécifique, notre échantillon paraît tout à fait conforme à la description que donne Martin de *Actæon sinemuriensis* (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 70, pl. 1, fig. 9-10), et de celle que donne Dumortier de *Orthostoma scalaris* (DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 126, pl. xx, fig. 12). Par contre elle est différente de la coquille figurée par von Bisitram (VON BISTRAM. *Lias der Val Solda*, p. 76, pl. VI, fig. 3-4) par ce fait que notre coquille a une forme plus allongée et moins renflée, une spire plus longue et plus aiguë, et les tours plus hauts, plus cylindriques et plus étagés.

Répartition stratigraphique. — Martin cite cette forme dans l'*Infralias* de la Côte-d'Or (zone à *A. Moreanus*), et Dumortier dans l'*Infralias* du bassin du Rhône et de la Saône.

OVACTÆONINA HEBERTI PIETTE

Pl. XV; fig. 3, 3a, 3b.

1856. *Tubifer Heberti* PIETTE. — PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne; *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 203, pl. x, fig. 21.
1859. *Orthostoma gracile* MARTIN. — MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 71, pl. 1, fig. 17-18.
1864. — — — — — DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 125, pl. xx, fig. 11.
1865. *Orthostoma Heberti* PIETTE. — TERQ. et PIETTE. *Lias inférieur*. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 41, pl. IV, fig. 15-16.
- ? 1903. *Cylindrobullina avena* TERQUEM. — VON BISTRAM. *Lias der Val Solda*, p. 78, pl. VI, fig. 8.

Coquille de petite taille, ovale et fusiforme, à spire allongée et à sommet acuminé, formée de 7 tours convexes disjoints. Les tours, et en particulier les derniers, sont ornés de filets spiraux, fins, serrés et nombreux; ces derniers sont visibles particulièrement sur les derniers tours. Le dernier tour est plus grand que la moitié de la longueur totale.

L'ouverture est allongée, étroite, très étroite et anguleuse en arrière, ovale aiguë à son extrémité antérieure. Columelle épaisse, lisse, courte, légèrement infléchie; bord columellaire calleux, largement étalé, se raccordant au contour antérieur de l'ouverture.

Dimensions. — Longueur, 14 mm., 16 mm. 1/2; largeur, 6 mm., 7 mm.; longueur du dernier tour, 8 mm., 10 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille paraît tout à fait conforme à la description de la coquille que Piette signale sous le nom de *Tubifer Heberti* (PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 203, pl. x, fig. 21), ainsi qu'à celle de *Orthostoma gracile* MARTIN (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 71, pl. 1, fig. 17-18) et à celle de *Orthostoma gracile* MARTIN (DUMORTIER. *Infra-lias*; t. I, p. 125, pl. xx, fig. 11). Elle paraît également très voisine de l'espèce décrite par Terquem sous le nom de *Orthostoma Heberti* PIETTE (TERQ. et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 41, pl. iv, fig. 15-16).

Si notre espèce présente la même ouverture que les *Striaetæonina*, elle en diffère par l'absence de sillon spiral le long de la rampe suturale, et par ce fait que ses tours ne sont ni carénés à l'arrière, ni étagés, particularités qui d'après M. Cossmann, caractérisent le genre *Striaetæonina*. Au contraire, dans notre espèce, l'allongement plus grand de la spire, et la convexité bien marquée des tours la rapprocheraient du genre *Ovactæonina* COSSMANN (COSSMANN. Essai de paléoconchologie comparée, t. I, p. 60).

Répartition stratigraphique. — Piette signale cette forme dans les grès infraliasiques d'Aiglemont et de Rimogne; Martin dans l'Infralias de la Côte-d'Or (zone à *A. Mareanus*); Dumortier dans l'Infralias du bassin du Rhône et de la Saône; Terquem et Piette dans les grès à *A. bisulcatus* de Renvez.

CYLINDROBULLINA ARDUENNENSIS PIETTE

Pl. XV; fig. 4, 4a.

1856. *Actæonina arduennensis* PIETTE. — PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 206, pl. x, fig. 20.
1865. *Orthostoma arduennense* TERQ. et PIETTE. — TERQ. et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 40, pl. 1, fig. 26-28.
1895. *Cylindrobullina arduennensis* PIETTE. — COSSMANN. Contribution paléont. franç. terrains jurassiques. *M. S. G. F.*, Paléontologie, t. V, p. 30, pl. 1, fig. 46-47.
1902. — — — COSSMANN et CHARTRON. *Infra-lias* de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 169, pl. III, fig. 2.

Coquille de très petite taille, subglobuleuse, à spire très courte, à sommet très obtus, formée de 4 tours très convexes et à suture peu distincte. Les tours sont lisses; le dernier tour

subcylindrique, convexe à sa partie postérieure, est plus grand que les trois quarts de la longueur totale.

Ouverture longue et étroite, presque linéaire en arrière, assez mutilée, du reste, sur notre échantillon.

Dimensions. — Longueur, 5 mm. ; largeur 2 mm. 5 ; longueur du dernier tour, 4 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille peut être rapportée au genre *Cylindrobullina* VON AMMON, dont elle présente les caractères, ainsi que l'a indiqué M. COSSMANN (COSSMANN. Essai de paléoconchologie comparée, t. I. p. 62. — COSSMANN. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 169, pl. III, fig. 2).

Au point de vue spécifique, notre espèce paraît correspondre assez exactement à la description et à la figure que donne Piette de *Actæonina arduennensis* (PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 206, pl. x, fig. 20). Quoique assez conforme à la coquille désignée par Terquem et Piette sous le nom de *Orthostoma arduennense* (TERQ. et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), t. VIII, p. 40, pl. I, fig. 26-28), notre espèce paraît cependant un peu plus renflée, plus trapue et possède une spire plus courte et plus obtuse.

Répartition stratigraphique. — Piette cite cette espèce dans les grès infraliasiques d'Aiglemont et de Rimogne ; Terquem et Piette dans les grès à *A. bisulcatus* de Renvez, et M. COSSMANN dans l'Infralias de la Vendée.

ENDIATÆNIA TERQUEMI COSSMANN

Pl. XV ; fig. 5, 5a.

? 1856. *Phasianella cerithiformis* PIETTE. — PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 204, pl. x, fig. 11.

? 1865. — — — TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2) VIII, p. 54, pl. IV, fig. 7 et 8.

1902. *Endiatænia Terquemi* COSSMANN. — COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), t. II, p. 172, pl. III, fig. 22-23.

Coquille de taille moyenne à spire régulièrement conique, allongée, acuminée et formée de 10 à 11 tours lisses, plans, moins hauts que larges, dépourvus de bandelette le long de la suture inférieure ; la surface des derniers tours est même très légèrement excavée. Ces tours sont séparés par des sutures rainurées, un peu en retrait les unes par rapport aux autres, de telle sorte que la spire présente un peu l'aspect imbriqué.

Le dernier tour est sensiblement égal au tiers de la hauteur totale ; il est muni d'un angle périphérique un peu saillant et anguleux à la périphérie de la base, qui est déclive et lisse.

Ouverture obliquement subquadrangulaire, anguleuse en arrière avec un bec antérieur. Le labre est un peu mutilé sur nos échantillons.

Dimensions. — Longueur, 24 mm. ; largeur du dernier tour, 7 mm. 1/2.

Rapports et différences. — Notre coquille paraît assez conforme à la description que donne M. Cossmann du genre *Endiatænia* COSSMANN et en particulier de l'espèce nouvelle *Endiatænia Terquemi* COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), II p. 172, pl. III, fig. 22-23). Toutefois, la taille de nos échantillons atteint des dimensions en général plus considérables que celles indiquées par M. Cossmann pour cette espèce.

Nous ferons observer que notre espèce, bien que voisine de *Phasianella cerithiformis* PIETTE, signalée par Terquem et Piette dans les grès à *A. angulatus* (TERQ. et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 54, pl. IV, fig. 7 et 8), diffère cependant de cette dernière forme, par ce fait que celle-ci est ornée de 4 côtes ponctuées sur la base du dernier tour, tandis que sur nos échantillons il n'y a rien de semblable.

Répartition stratigraphique. — M. Cossmann signale cette espèce dans l'Infralias de la Vendée.

PROCERITHIUM HENRICI MARTIN

Pl. XV ; fig. 6, 6a.

1839. *Cerithium Henrici* MARTIN. — MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 76, pl. II, fig. 17-18.

Coquille de très petite taille à spire conique assez allongée, formée de tours convexes à sutures peu inclinées ; les tours sont au nombre de 8 ; ils sont ornés de costules transverses obliques en avant, au nombre de 14 par tour environ, et allant d'une suture à l'autre. En arrivant sur la base du dernier tour, qui est régulièrement convexe, les costules s'effacent. Le dernier tour a une longueur égale aux $\frac{5}{14}$ de la longueur totale.

Ouverture petite, de forme subquadrangulaire, légèrement arrondie à la partie antérieure, autant qu'on peut en juger étant donné l'écrasement du bord externe du labre.

Columelle peu arquée ; le bord columellaire n'est pas distinct et n'est pas calleux.

Dimensions. — Longueur, 7 mm. ; largeur, 2 mm. 5.

Rapports et différences. — Cette coquille correspond assez bien à la description et à la figure que Martin donne d'une forme qu'il désigne sous le nom de *Cerithium Henrici* (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 76, pl. II, fig. 17-18). Cette espèce a été rattachée par

M. Cossmann au genre *Procerithium* COSSMANN (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VII, p. 25).

Nous ajouterons que notre espèce présente aussi une très grande affinité avec une coquille signalée et décrite par Dumortier dans la zone à *A. angulatus* de l'Infralias du bassin du Rhône et de la Saône sous le nom de *Chemnitzia poleymiaca* (DUMORTIER. Infralias, t. I, p. 124, pl. XVIII, fig. 9).

Répartition stratigraphique. — H. Martin cite cette espèce dans l'Infralias de la Côte d'Or (horizon à *A. Moreanus* : assise du *foie de veau*).

PROCERITHIUM (COSMOCERITHIUM) DUMORTIERI MARTIN

Pl. XV ; fig. 7, 7a, 7b.

1859. *Cerithium Dumortieri* MARTIN. — MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 77, pl. II, fig. 23-24.

Coquille de très petite taille, à spire très allongée, turriculée, subcylindrique, formée de tours nombreux, peu convexes, presque plans, dont la hauteur égale les $2/3$ de la largeur. L'extrémité de la spire ou l'ouverture manquant sur les échantillons que nous possédons, nous ne pouvons pas fixer d'une façon précise le nombre des tours.

Les tours sont séparés par des sutures très peu inclinées et ont une ornementation assez complexe. Ils sont ornés de filets spiraux au nombre de 8 par tour de spire (sur les derniers tours des plus grands échantillons) ; ces filets spiraux sont recoupés par des filets axiaux : fins, nombreux et sinueux sur les derniers tours : plus saillants, moins nombreux et plus droits sur les premiers tours de la spire. Ce mode d'ornementation donne un aspect treillisé à la surface des tours. Les filets spiraux, plus forts à l'arrière des tours, sont tels, que ceux-ci paraissent légèrement étagés en dessus de la suture.

La suture des tours est souvent recouverte par le filet spiral antérieur. Ouverture ovale, légèrement sinueuse en avant. Columelle droite. Le labre est généralement mutilé sur nos échantillons.

Rapports et différences. — Cette coquille singulière présente les caractères et l'ornementation de celle figurée et décrite par Martin sous le nom de *Cerithium Dumortieri*. Toutefois notre espèce paraît avoir une forme un peu moins renflée et plus effilée ; elle a également les tours moins imbriqués (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 77, pl. II, fig. 23-24).

M. Cossmann a rattaché cette espèce de Martin au genre *Procerithium* COSSMANN et en particulier au sous-genre *Rabdocolpus* COSSMANN (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VII, p. 29) avec du reste un certain doute. Étant donné la diagnose que ce paléon-

tologiste donne du sous-genre *Cosmocerithium* COSSMANN, qui est également un sous-genre de *Procerithium* (COSSMANN, *loc. cit.*, p. 26), il me semble plus logique de rapporter à ce sous-genre notre espèce, vu sa petite taille, sa forme cylindracée et très allongée, le peu d'élévation des derniers tours et l'ornementation treillissée des tours.

Nous signalerons que notre espèce a une ornementation un peu analogue à celle que M. COSSMANN a désignée sous le nom de *Procerithium quinquegranosum* COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. *Infralias de la Vendée. B. S. G. F.*, (4), II, p. 179, pl. III, fig. 31) et qu'il signale dans l'*Infralias de la Vendée*; mais notre espèce a une forme bien plus allongée et bien plus cylindrique.

Répartition stratigraphique. — MARTIN signale cette espèce dans l'*Infralias de la Côte-d'Or (zone à A. Moreanus)*.

PROMATHILDIA SEMELE D'ORB.

Pl. XV ; fig. 8, 8a.

1850. *Cerithium semele* D'ORB. — *Prodrome*. I ; 7^e étage, p. 215, n^o 60.
 1859. — — — — MARTIN. *Côte-d'Or. M. S. G. F.*, (2), VII, p. 75, pl. II, fig. 8-10.
 1902. *Promathildia semele* D'ORB. — COSSMANN et CHARTRON. *Infralias de la Vendée ; B. S. G. F.*, (4), II, p. 183, pl. III, fig. 10.

Coquille de petite taille à spire conique, allongée, acuminée et formée de tours convexes, anguleux et turriculés, au nombre de 11 à 12. Ceux-ci sont ornés à la partie antérieure de deux carènes spirales, et d'une troisième sur le dernier tour à la périphérie de la base. Un filet spiral s'observe sur la partie postérieure de chaque tour le long de la suture. Ces ornements spiraux sont traversés par de fines stries axiales ; assez visibles sur les échantillons jeunes, ces stries sont moins marquées sur les échantillons adultes et surtout sur les derniers tours. La base du dernier tour est ornée de fines stries spirales.

Ouverture subquadrangulaire ; columelle courte et droite.

Dimensions. — Longueur, 8 mm. 5 ; largeur, 3 mm.

Rapports et différences. — Bien que l'ouverture soit un peu mutilée sur nos échantillons, nous avons cru pouvoir rapporter cette forme à l'espèce décrite par M. COSSMANN sous le nom *Promathildia semele* D'ORB. (COSSMANN et CHARTRON. *Infralias de la Vendée ; B. S. G. F.*, (4), II, p. 183, pl. III, fig. 10), laquelle répond du reste assez exactement à la description que donne MARTIN d'une coquille qu'il désigne sous le nom de *Cerithium semele* D'ORB. (MARTIN. *Côte-d'Or. M. S. G. F.*, (2), VII, p. 75, pl. II, fig. 8-10).

Notre espèce a une forme et une ornementation qui présentent une certaine analogie avec celles d'une coquille figurée par von BISTRAM sous le nom de *Promathildia Dunkeri* (VON BISTRAM. *Lias der Val Solda ; p. 64, pl. v, fig. 4 et fig. 8*). Le plus grand de nos échantillons

présente certains rapports avec la figure 4, et le plus petit avec la figure 8.

Notre espèce paraît également très voisine de la coquille décrite par M. Cossmann dans l'Infralias de Provençères-sur-Meuse sous le nom de *Promathildia turritella* DUNKER (Note sur l'Infralias de Provençères-sur-Meuse. M. COSSMANN, p. 22, pl. iv, fig. 1-3).

Répartition stratigraphique. — Martin signale cette forme comme assez répandue dans l'Infralias de la Côte d'Or (Hettangien et Sinémurien inférieur); M. Cossmann la cite dans l'Infralias de la Vendée.

PROMATHILDIA TERQUEMI VON BISTRAM

Pl. XV; fig. 9, 9a, 9b, 9c, 9d, 9e.

1903. *Promathildia Terquemi* VON BISTRAM. — VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 68, pl. v, fig. 9, 10, 11.

Coquille de taille assez petite, à spire conique, médiocrement allongée et à tours convexes au nombre de 8 à 9. Les tours sont ornés de filets spiraux en nombre variable, et surtout d'importance variable; en général, il y en a 3 assez saillants sur le milieu des tours, et 3 autres plus fins, dont l'un près de la suture antérieure et deux vers la suture postérieure. Ces filets spiraux sont traversés par de fines stries axiales obliques. Les premiers tours de la spire sont ornés d'un moins grand nombre de filets spiraux et sont plus anguleux. La base du dernier tour est ornée de stries spirales très fines.

L'ouverture est relativement élevée; le labre externe est régulièrement convexe et arrondi, et la columelle droite.

Dimensions. — Longueur, 14 mm., 8 mm.; largeur, 6 mm., 3 mm. 5.

Rapports et différences. — Les trois échantillons, que nous avons figurés, correspondent assez bien à la description et aux figures que donne von Bistram de cette espèce; ils se rapportent respectivement aux trois figures que cet auteur donne de cette espèce (VON BISTRAM. Lias der Val Solda; p. 68, pl. v, fig. 9, 10, 11).

Notre espèce ne paraît pas être tout à fait la même que celle décrite par Piette sous le nom de *Cerithium Terquemi* dans les grès infraliasiques d'Aiglemont et de Rimogne (PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. B. S. G. F., (2), XIII, p. 201, pl. x, fig. 7); elle possède des filets spiraux plus nombreux et plus fins.

Elle diffère de *Promathildia semele* D'ORB., principalement par sa forme plus trapue et ses filets spiraux plus fins et plus nombreux.

Elle diffère également par sa plus petite taille, par sa forme plus trapue et ses filets spiraux plus fins de *Turritella Dunkeri* TERQ. (DUNK. sp.) (TERQUEM. Pal. Luxembourg et Hettange. M. S. G. F., (2), V, p. 252, pl. xiv, fig. 5) de l'Infralias de Hettange et de Halberstadt.

Répartition stratigraphique. — Von Bistram cite cette espèce dans l'Infralias du Val Solda.

PROMATHILDIA ? GRATA TERQUEM et PIETTE

Pl. XV ; fig. 10, 10a.

1865. *Turritella grata* TERQ. et PIETTE. — TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M.S.G.F.*, (2) VIII, p. 35, pl. II, fig. 16-17).

Coquille de très petite taille, très allongée, cylindracée, à spire formée de tours nombreux (au moins une douzaine). Les premiers tours sont aplatis, puis insensiblement ils deviennent convexes : les 4 ou 5 derniers sont même assez convexes, ornés de stries transversales, fines et obsolètes, et séparés par des sutures bien marquées. Les tours de l'extrémité de la spire portent sur leur surface un méplat lisse et assez large, limité en avant et en arrière par deux carènes très fines à peine saillantes dominant chacune une rampe plane et déclive. La hauteur des tours est sensiblement égale à la moitié de leur largeur. La base du dernier tour est anguleuse et déclive ; elle est lisse et circonscrite par un filet lisse.

L'ouverture, quoique un peu mutilée sur nos échantillons, a l'aspect subquadrangulaire. La columelle est lisse et il n'y a pas d'ombilic.

Dimensions. — Longueur inconnue ; largeur du dernier tour, 3 mm. 5.

Rapports et différences. — Au point de vue de la forme, de l'ornementation et de la taille, notre coquille paraît correspondre assez bien à la description que donnent Terquem et Piette de *Turritella grata* (TERQ. et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 35, pl. II, fig. 16-17). Comme cette dernière, notre espèce présente cette particularité d'avoir des tours plans dans le jeune âge et renflés chez l'adulte.

Au point de vue générique nous rapporterons avec doute cette forme au genre *Promathildia* ANDRÆ (COSSMANN. Essais de Paléontologie comparée, t. IX, p. 3).

Répartition stratigraphique. — Terquem et Piette citent cette forme dans la lumachelle à *Belemnites acutus* d'Étales.

PROMATHILDIA (TERETRINA) HUBERTIN MART

Pl. XV ; fig. 11, 11 a.

1859. *Turritella Humberti* MARTIN — MARTIN. Côte-d'Or. *M.S.G.F.*, (2), VII, p. 70, pl. II, fig. 11-14.

Coquille de petite taille à spire grêle, allongée et à sommet aigu, formée d'une douzaine de tours anguleux, ornés vers le milieu d'une carène spirale lisse et saillante, et de chaque côté de

celle-ci d'un filet spiral très fin longeant une suture en gouttière assez profonde. Cette ornementation donne à la coquille l'aspect d'une vis. Les tours sont également ornés de part et d'autre de la carène centrale de très fines stries transversales visibles seulement à la loupe.

La hauteur des tours est un peu inférieure à la moitié de leur largeur. Le dernier tour est court; sa base est déclive, lisse et circonscrite par un filet lisse; l'ouverture est subrectangulaire, la columelle est lisse et très peu incurvée; il n'y a pas d'ombilic et le bord columellaire est indistinct.

Dimensions. — Longueur, 8 mm.; largeur du dernier tour, 2 mm.

Rapports et différences. — Cette coquille se rapporte assez exactement à *Turritella Humberti* MARTIN (MARTIN. Côte-d'Or, *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 70, pl. II, fig. 11-14) de l'Infralias de la Côte d'Or.

Au point de vue générique, nous rapporterons cette forme avec M. COSSMANN au genre *Promathildia* ANDREÆ (sous-genre *Teretrina* COSSMANN) (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. IX, p. 7).

Répartition stratigraphique. — MARTIN cite cette espèce dans l'Infralias des environs de Semur (Côte-d'Or), dans la partie supérieure de l'assise du « foie de veau »; zone à *A. Moreanus*.

PROMATHILDIA BICARINATA n. sp.

Pl. XV; fig. 13, 13a, 13b, 13c.

Coquille de très petite taille, très allongée, cylindracée, à spire formée probablement d'environ 14 tours plans, ornés de deux carènes spirales, l'une vers le tiers antérieur du tour, l'autre vers le tiers postérieur, cette dernière étant quelquefois un peu moins saillante que l'autre. Ces ornements spiraux sont recoupés par de très fines stries transversales. Les sutures sont peu profondes; elles paraissent recouvertes par un très fin filet spiral situé en avant des tours. Les rampes comprises entre les carènes spirales sont légèrement subconcaves. La hauteur des tours est inférieure à la moitié de leur largeur. Le dernier tour est peu élevé. La base du dernier tour est anguleuse, déclive, plane, lisse et circonscrite par un filet lisse.

Ouverture subquadrangulaire; columelle lisse, très peu incurvée; pas d'ombilic; bord columellaire indistinct.

Dimensions. — Longueur probable, 13 mm.; largeur du dernier tour, 3 mm.

Rapports et différences. — Au point de vue de l'ornementation des tours cette espèce ne paraît se rapporter à aucune des formes décrites et signalées à ce niveau. C'est de *Turritella rhodana* MARTIN que notre espèce se rapprocherait le plus; mais toutefois elle est bien diffé-

rente par l'ornementation des tours qui se compose de 2 carènes spirales au lieu de 3. Aussi avons-nous été amené à créer pour cette forme une espèce nouvelle.

Cette forme présentant les mêmes caractères généraux que l'espèce précédente, nous la rangerons également dans le genre *Promathildia* (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée; t. IX, p. 3). De plus, sa forme un peu bacillaire nous conduirait à la rapprocher du sous-genre *Clathrobaculus* COSSMANN (COSSMANN, *loc. cit.*, t. IX, p. 7).

PROMATHILDIA RHODANA MARTIN

Pl. XV; fig. 12.

Turritella rhodana MARTIN. — MARTIN. Côte-d'Or. *M.S.G.F.*, (2), t. VII, p. 69, pl. 1, fig. 13-14.

Coquille de petite taille à spire allongée, turriculée, subcylindrique, formée de tours à surface peu convexe dans leur ensemble. Les tours sont ornés vers le milieu d'une carène spirale saillante et lisse, et de chaque côté d'une carène spirale lisse un peu moins saillante longeant une suture en gouttière. Les tours sont peu élevés.

Le dernier tour est relativement court; sa base est anguleuse, déclive, lisse, presque plane et circonscrite par un filet lisse. Les tours ont une section subrectangulaire.

Dimensions. — Longueur, 16 mm. ?; largeur du dernier tour, 3 mm.

Rapports et différences. — Cette coquille répond assez bien à la description et à la figure que donne Martin de *Turritella rhodana* MARTIN (MARTIN. Côte-d'Or. *M.S.G.F.*, (2), VII, p. 69, pl. 1, fig. 13-14).

Au point de vue générique, nous avons cru devoir rapporter encore cette forme au genre *Promathildia* ANDREÆ (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. IX, p. 3).

Répartition stratigraphique. — Martin signale cette espèce dans le calcaire infraliasique à grains de quartz de Poleymieux (Rhône): zone à *A. Moreanus*.

PROMATHILDIA (CLATHROBACULUS) CHORDA DUMORTIER

Pl. XV; fig. 14, 14a.

1864. *Turritella chorda* DUMORTIER. — DUMORTIER. Infralias, t. I, p. 120. pl. xx, fig. 2.

Coquille de petite taille à spire allongée et cylindracée, dont les tours à surface complètement plane et sans suture apparente sont difficilement séparables les uns des autres. La surface des tours est ornée sur la partie antérieure d'une petite gouttière

concave et lisse comprise entre deux petites carènes fines et saillantes, et sur le milieu et sur la partie postérieure de 6 à 7 filets spiraux, très fins, lisses et subégaux. Sur notre échantillon, qui est incomplet, les tours sont au nombre de 8; ils sont plus larges que haut et la ligne de suture peu oblique.

La base du dernier tour est très déclive, presque plane et anguleuse à la périphérie. L'ouverture, quoique un peu mutilée, présente une section subrectangulaire.

Rapports et différences. — Au point de vue spécifique, cette coquille tout à fait caractéristique correspond très bien, au point de vue de la forme générale et de l'ornementation, à celle décrite et figurée par Dumortier sous le nom de *Turritella chorda* (DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 120, pl. xx, fig. 2).

C'est sans doute probablement cette même forme que Terquem et Piette ont décrite, à l'aide d'un échantillon trop incomplet, sous le nom de *Cerithium jamoignense* et qu'ils citent dans la zone à *A. bisulcatus* de Jamoigne (TERQUEM et PIETTE. *Lias inférieur de l'Est de la France. M. S. G. F.*, (2), t. VIII, p. 66, pl. vi, fig. 10-11). Le sinus, que ces auteurs signalent vers le milieu des tours de cette coquille, se trouve en réalité en avant, ainsi que nous l'ont révélé les échantillons plus complets que nous possédons.

D'autre part, par la forme bacillaire de la spire, par la forme subrectangulaire de la section des tours, par leur ornementation, et par le peu d'élévation du dernier tour dont la base est très plane, cette coquille nous a paru devoir se rapporter au genre *Promathildia* ANDRÆ (sous-genre *Clathrobaculus* COSSMANN) (COSSMANN. *Essais de Paléontologie comparée*, t. IX, p. 7).

Répartition stratigraphique. — Dumortier cite *Turritella chorda* dans l'*Infralias* du bassin du Rhône et de la Saône (zone à *A. angulatus*).

ANGULARIA NIVERNENSIS n. sp.

Pl. XVI; fig. 1, 1a.

Coquille de taille moyenne, de forme turbinée, conique, à spire étagée, pointue au sommet, formée de 6 tours environ, anguleux au tiers antérieur. L'angle externe des tours porte une carène saillante, arrondie, limitée par un léger sillon antérieur et postérieur. Les tours portent en avant une rampe légèrement excavée, et en arrière, une autre rampe déclive très légèrement excavée et deux fois plus large que la rampe antérieure. Un tour postérieur est séparé du tour antérieur par une suture recouvrante. Les tours sont recouverts de stries transverses d'accroissement de plus en plus marquées à mesure que l'on approche de l'ouverture. Ces stries sont sinueuses et dans leur ensemble antécurentes vers la suture, et décurrentes sur la carène où elles forment des nodosités peu saillantes.

Le dernier tour est égal à la moitié de la hauteur totale.

L'ouverture est ovale, oblique, subangulaire en arrière, terminée en avant par un bec plus ou moins arrondi ; la columelle est peu excavée ; le bord columellaire est tranchant et renversé sur la région ombilicale ; le labre externe est assez mince, tranchant et un peu évasé.

Dimensions. — Longueur, 30 mm. ; largeur du dernier tour, 18 mm. ; longueur du dernier tour, 15 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille paraît absolument conforme à la diagnose que donne M. Cossmann du genre *Angularia* KOKEN (COSSMANN. Essais de Paléonchologie comparée, t. VIII, p. 3). Aussi avons-nous rapporté cette singulière forme, qui du reste est une espèce nouvelle, au genre *Angularia*. Il est intéressant de remarquer que le genre *Angularia* n'a été signalé jusqu'à présent, d'après M. Cossmann, que dans le Trias (COSSMANN, *loc. cit.*, t. VIII, p. 4). Cette espèce hettangienne est sans doute un descendant des *Angularia* du Trias : notre espèce est, du reste, d'une taille plus considérable.

Au point de vue spécifique, cette forme ne m'a paru pouvoir être assimilée à aucune autre connue. Nous rappellerons toutefois que Terquem a décrit (TERQUEM. Pal. de la province de Luxembourg ; *M. S. G. F.*, (2), V, p. 249, pl. XIII, fig. 6) sous le nom de *Ampullaria obliqua* TERQ. un Gastropode qui présente quelques affinités avec notre échantillon, et dont le labre interne de l'ouverture présente, comme dans notre coquille, une expansion foliacée. Terquem signale cette espèce dans les grès infraliasiques de Hettange. Mais notre coquille diffère de celle de Terquem par sa taille beaucoup plus petite, son angle spiral beaucoup plus aigu, sa carène moins saillante, sa forme moins renflée et moins trapue. Enfin la suture, qui sépare les tours, est moins rentrante dans notre espèce.

TRETOSPIRA AZYENSIS n. sp.

Coquille d'assez grande taille, subglobuleuse, renflée, presque aussi large que haute, à spire courte, obtuse et formée de tours peu nombreux (4 environ), étagés en gradins pliés presque à angle droit, à rampe plane, et dont la hauteur égale environ le quart de la largeur. Le dernier tour, dont la hauteur égale à peu près les $\frac{4}{3}$ de la hauteur totale, est oblique ; la base du dernier tour légèrement renflée en arrière est déclive en avant. Le test est lisse et porte de gros plissements d'accroissement transverses et obliques sur le dernier tour près de l'ouverture.

L'ouverture est oblique, subovale et anguleuse vers la suture ; le bord externe est arrondi et assez proéminent. Columelle assez incurvée ; bord columellaire calleux et paraissant un peu étalé sur la base.

Dimensions. — Longueur : 45 mm. ; diamètre : 39 mm. ; hauteur du dernier tour par rapport à la hauteur totale : 36/45.

Rapports et différences. — Par son galbe, sa taille, la forme générale des tours de la spire et de l'ouverture, cette coquille présente quelques affinités avec celle décrite par Terquem sous le nom d'*Ampullaria carinata*, et citée par cet auteur dans les grès infraliasiques de Hettange et de Dalheim (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M.S.G.F.*, (2), V, p. 248, pl. XIII, fig. 2); mais elle en diffère par l'absence d'une carène saillante sur le bord externe des tours, et par la hauteur relative du dernier tour par rapport à la hauteur totale de la coquille, qui est plus grande dans notre espèce que dans celle décrite par Terquem (80/100 au lieu de 55/100). Par ce dernier caractère notre espèce se rapprocherait davantage du Gastropode figuré par Terquem sous le nom de *Ampullaria obtusa* (TERQUEM, *loc. cit.*, p. 247, pl. XIII, fig. 3), mais, par contre, la taille de cette dernière coquille est plus considérable, et sa forme plus globuleuse et plus renflée est différente de celle de nos échantillons.



FIG. 3. — *Tretospira azyensis* n. sp. 1/2.



FIG. 4. — *Tretospira azyensis* n. sp. (Section). 1/2.



FIG. 5. — *Tretospira azyensis* n. sp. (Ouverture). 1/2.

M. Cossmann a rapporté au genre *Tretospira* KOKEN les différents Gastropodes décrits par Terquem dans les grès infraliasiques de Hettange sous le nom d'*Ampullaria* (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 8), en faisant remarquer que ces formes hettangiennes du Luxembourg et de la Lorraine ont une taille relativement bien plus considérable que celle des *Tretospira* triasiques qui en sont les formes ancestrales. Étant donné l'analogie de notre coquille avec celles rattachées par M. Cossmann au genre *Tretospira*, nous avons cru devoir la rapporter également à ce genre.

TRETOSPIRA OBLIQUA TERQUEM

Pl. XVI ; fig. 2.

Ampullaria obliqua TERQUEM. — TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M.S.G.F.*, (2), V, p. 249, pl. XIII, fig. 6.

Unique échantillon de cette espèce représenté seulement par l'extrémité de la spire : le dernier tour manque. Toutefois l'extrémité de cette spire paraît se rapporter assez exactement à

celle du Gastropode figuré et décrit par Terquem sous le nom de *Ampullaria obliqua* (TERQUEM, *loc. cit.*).

L'angle spiral est aigu et non obtus comme dans l'espèce précédente. La spire se compose de 5 tours environ, scalariformes, dont la hauteur égale environ le tiers de la largeur; les tours sont anguleux (environ 120°) et portent sur l'angle externe une carène arrondie et devenant plus saillante à mesure qu'elle se rapproche du dernier tour où elle est limitée par un léger sillon antérieur et postérieur: en avant de la carène se trouve une rampe plane et lisse, et en arrière une autre rampe également plane et lisse, mais déclive et plus large que la rampe antérieure.

Rapports et différences. — M. COSSMANN a rapporté cette espèce au genre *Tretospira* KOKEN (COSSMANN, Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 8), tout en faisant remarquer que la taille de cette coquille était plus considérable que celle des *Tretospira* triasiques.

Le fragment de spire que nous possédons de cette coquille présente également quelque analogie avec la forme de la spire d'un autre Gastropode voisin: *Ampullaria angulata* DESH., décrit et figuré également par Terquem (TERQUEM, *loc. cit.*, p. 248, pl. XII, fig. 5). Mais dans cette espèce, les tours de la spire paraissent plus élevés que dans la nôtre et sont repliés à angle presque droit: 100°.

Répartition stratigraphique. — Terquem signale la présence de cette espèce dans les grès infraliasiques de Hettange.

ZYGOPLEURA SUBNODOSA D'ORB.

Pl. XVI; fig. 3.

1842. *Melania nodosa* DESLONGCHAMPS. — DESLONGCHAMPS. Mém. Melanidés fossiles du Calvados, p. 219, pl. XII, fig. 1.

1902. *Loxonema (Zygopleura) subnodosum* D'ORB. — COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B.S.G.F.*, (4), II, p. 189, pl. IV, fig. 2 et 4.

Coquille de taille moyenne, à spire assez allongée, turriculée, cylindro-conique, et formée d'une dizaine de tours dont la hauteur égale environ les 6/11 de la largeur; ceux-ci sont convexes en avant, excavés en arrière; sur la partie convexe ils sont ornés de 10 côtes axiales lisses, épaisses, un peu noueuses en avant, interrompues sur la partie postérieure des tours et un peu obliques en avant. Le reste de la coquille est lisse, et les sutures linéaires sont un peu ondulées par les côtes.

L'ouverture est malheureusement brisée et incomplète sur notre échantillon.

Dimensions. — Longueur: 41 mm.; largeur, 15 mm.

Rapports et différences. — Notre espèce est un peu différente de

Chemnitzia subnodosa D'ORB. (D'ORBIGNY. Paléont. franç. terrains jurassiques, t. II, p. 37, pl. CCXXXVII bis, fig. 6) que cet auteur cite du reste dans le Lias moyen. Notre espèce pourrait donc être la forme ancestrale de la coquille de d'Orbigny. Elle serait beaucoup plus conforme à *Melania nodosa* DESLONGCHAMPS, et à la coquille figurée et décrite par M. COSSMANN sous le nom de *Loxonema (Zygopleura) subnodosum* D'ORB. (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. B. S. G. F., (4), t. II, p. 189, pl. IV, fig. 2 et 4), forme que ce paléontologiste a rapportée dans la suite au genre *Zygopleura* (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 26).

Répartition stratigraphique. — M. COSSMANN cite cette espèce dans l'Infralias de Simon-la-Vineuse (Vendée).

ZYGOPLEURA CARINIFERA n. sp.

Pl. XVI; fig. 4, 4a, 4b, 4c.

Coquille de taille moyenne, à spire allongée, cylindro-conique, turriculée, à tours nombreux, étagés et imbriqués. La hauteur des tours égale sensiblement la moitié de la largeur. Ceux-ci sont lisses; ils portent une carène saillante très anguleuse et lisse sur la partie antérieure; cette carène est limitée en avant par une rampe étroite, plane et déclive, et en arrière par une autre rampe large, concave et lisse, à la partie postérieure de laquelle se trouve un léger renflement spiral également lisse le long de la suture.

Les tours ne présentent pas d'autre ornementation spirale; leur surface est ornée de fines stries d'accroissement peu marquées, sinueuses, présentant leur convexité en arrière, passant sur la carène et visibles sur les derniers tours seulement.

Le dernier tour est peu élevé; la base de celui-ci est arrondie, assez convexe, déclive, non ombiliquée et dépourvue d'ornementations spirales, mais elle est recouverte de stries d'accroissement, fines, sinueuses et décurrentes.

L'ouverture est malheureusement mutilée sur nos échantillons; toutefois elle paraît un peu acuminée en avant.

Rapports et différences. — Nous n'avons pu rapporter cette coquille à aucune forme connue, et nous avons été contraint d'en faire une nouvelle espèce. Au point de vue générique nous avons été également embarrassé.

Par l'ornementation des tours, par la présence de cette carène saillante et par la forme du dernier tour, elle paraît être voisine des *Angularia* KOKEN (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 3). Mais la longueur de la spire et surtout la longueur du dernier tour par rapport à la longueur totale nous empêchent de faire ce rapprochement.

D'autre part, la forme générale de la coquille, l'allongement de la spire, l'absence d'ornementation spirale, la présence de stries d'accroissement transverses et sinueuses sur les tours, enfin l'absence d'ombilic sont autant de caractères tendant à nous faire rapprocher cette forme du genre *Zygopleura* KOKEN, tel que le définit M. COSSMANN (COSSMANN, *loc. cit.*, fascicule 8, p. 24). Nous rapporterons, au moins provisoirement, notre espèce au genre *Zygopleura*, mais en faisant toutefois remarquer que, sur nos échantillons, la partie antérieure des tours porte une carène saillante au lieu d'être ornée de costules et de nodosités, comme dans le génotype décrit par M. COSSMANN et dans les autres espèces de *Zygopleura* que renferme notre faune.

ZYGOPLEURA VERRUCOSA TERQUEM

Pl. XVI; fig. 5.

1855. *Cerithium verrucosum* TERQUEM. — TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M.S.G.F.*, (2), V, p. 277, pl. xvii fig. 9.
1864. — — — TERQUEM. — DUMORTIER. Dépôts jurassiques du bassin du Rhône et de la Saône. *Infralias*; t. I, p. 138, pl. xxv, fig. 3.
1884. — — — TERQUEM. — QUENSTEDT. *Petrefactenkunde deutschland Gasteropoden*; t. VI, p. 518, pl. ccv, fig. 54.

Coquille d'assez grande taille à spire allongée, de forme cylindro-conique, formée de tours assez nombreux, mais en nombre inconnu, car le dernier tour et l'extrémité de la spire manquent sur notre échantillon. Néanmoins le fragment de spire, que nous possédons, mesure une longueur de 60 mm.

La hauteur des tours est légèrement inférieure à la moitié de la largeur; ils sont séparés par des sutures peu inclinées. Les tours sont convexes à la partie antérieure et concaves à la partie postérieure. Les 2 ou 3 premiers paraissent lisses, plans et sans ornementation; à mesure que l'on approche de l'ouverture ils deviennent plus convexes sur la partie antérieure, et plus concaves sur la partie postérieure. Les derniers tours sont ornés sur la partie antérieure convexe de verrues légèrement obliques en arrière, au nombre de 14 à 15 par tour de spire sur notre échantillon. Ces verrues pincées en arrière s'effacent vers le tiers antérieur des tours. La dépression, qui existe sur les 2/3 postérieurs des tours, est ornée de stries obsolètes et décurrentes d'accroissement, dont quelques-unes sont assez fortes. Les tours paraissent dépourvus d'ornements spiraux.

Rapports et différences. — Cette coquille possède les caractères du genre *Zygopleura* KOKEN, indiqués par M. COSSMANN (COSSMANN. *Essais*

de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 24), genre auquel cet auteur rattache, du reste, l'espèce décrite par Terquem sous le nom de *Cerithium verrucosum* (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange, *M. S. G. F.*, (2), V, p. 277, pl. xvii, fig. 9), qui paraît tout à fait conforme à la nôtre.

Répartition stratigraphique. — Terquem cite cette forme dans les grès infraliasiques d'Hettange; Dumortier dans la zone à *A. angulatus* de l'Infralias du bassin du Rhône et de la Saône, et H. Joly dans la zone à *Schlotheimia angulata* d'Hettange.

ZYGOPLEURA MORENCYANA TERQUEM et PIETTE

Pl. XVI; fig. 6, 6a, 6b, 6c, 6d.

1864. *Cerithium verrucosum* TERQUEM. — DUMORTIER. Infralias, t. I, p. 138, pl. xviii, fig. 11.

1865. *Cerithium morencyana* TERQUEM et PIETTE. — TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 64, pl. vi, fig. 7.

Coquille d'assez grande taille, à spire allongée, cylindro-conique, formée d'environ 9 à 10 tours convexes à la partie antérieure et concaves à la partie postérieure. La hauteur des tours est inférieure à la moitié de leur largeur; ils sont séparés par des sutures faiblement inclinées. Les 2 ou 3 premiers tours sont lisses et presque plans; ils sont d'autant plus renflés antérieurement et déprimés postérieurement, que l'on se rapproche davantage de l'ouverture.

Les tours sont ornés de costules plus ou moins obliques, lisses, décurrentes, pincées en arrière, ayant leur maximum d'épaisseur sur la convexité des tours et au nombre de 18 à 19 par tour de spire sur le plus gros échantillon. Ces costules s'atténuent et disparaissent vers le milieu des tours sur la partie postérieure desquels il existe une rampe concave se terminant en arrière par un renflement spiral le long de la suture. Les tours portent des stries transversales d'accroissement sinueuses et falciformes, mais ils sont totalement dépourvus d'ornements spiraux.

Le dernier tour est peu élevé. Les costules en arrivant sur la base de celui-ci vont en s'atténuant, et sont remplacées par des plis d'accroissement sinueux, ayant leur convexité tournée du côté de la bouche. La base du dernier tour est arrondie, convexe, déclive, non ombiliquée et dépourvue d'ornementations spirales.

Ouverture subquadrangulaire, peu élevée, un peu arrondie et évasée en avant, subanguleuse en arrière; le labre présente une légère échancrure sur le bord externe correspondant à la con-

vexité spirale qui porte les costules ; la columelle est excavée et un peu incurvée.

Dimensions. — Longueur : 57 mm. ; largeur du dernier tour : 20 mm. ; longueur du dernier tour : 17 mm.

Rapports et différences. — Cette forme présente bien les caractères du genre *Zygopleura* KOKEN, tels que M. Cossmann les énumère (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 24). Cet auteur rattache du reste à ce genre la forme décrite et figurée par Terquem et Piette sous le nom de *Cerithium verrucosum*, formé voisine de *Cerithium morencyanum*, qui, au point de vue spécifique, est tout à fait conforme à la nôtre. Toutefois, dans notre coquille les côtes sont un peu plus allongées en arrière, et à ce point de vue elle se rapprocherait un peu de *Cerithium Quinetteum* PIETTE des grès infraliasiques d'Aiglemont et de Rimogne (PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), t. XIII, p. 202, pl. x, fig. 9). En un mot, au point de vue de l'ornementation des tours, notre coquille présenterait des caractères intermédiaires entre ces 2 espèces. Signalons aussi que notre coquille a quelque ressemblance avec une figure que donne Dumortier de *Cerithium verrucosum* TERQUEM (DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 138, pl. xviii, fig. 11).

Répartition stratigraphique. — Terquem et Piette citent cette espèce dans les grès à *Belemnites acutus* de Laval-Morency. Dumortier la signale dans la zone à *A. angulatus* du Mont-d'Or lyonnais.

STEPHANOCOSMIA (GONIOSPIRA) NODULOSA n. sp.

Pl. XVI ; fig. 7.

Coquille d'assez petite taille, de forme turriculée, étroite, terébroïde, à spire longue, à angle spiral très faible ; la spire est formée de tours assez élevés, déliés, disjoints, à sutures profondes et très obliques, anguleux au tiers antérieur, ornés de costules axiales et obliques qui forment sur la convexité angulaire des tours des nodosités saillantes.

Malheureusement l'ouverture est brisée et l'extrémité de la spire manque sur l'unique échantillon que nous possédons de cette forme. La hauteur des tours par rapport à leur largeur est dans la proportion de $4,5/8$.

La longueur du fragment de spire figuré ici est de 23 mm. et sa largeur de 9 mm.

Rapports et différences. — Par la forme générale de la spire à tours élevés et disjoints, par la profondeur et la grande obliquité des sutures et par l'ornementation des tours, notre coquille présente assez exactement les caractères du genre *Stephanocosmia* proposé par M. Cossmann, et en particulier ceux du sous-genre *Goniospira* Coss-

MANN (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 34 et 36).

D'après M. COSSMANN, ce genre est considéré jusqu'ici comme exclusivement triasique. Il est donc intéressant de retrouver ici dans l'Infralias un représentant de ce genre, qui n'est sans doute qu'un descendant de l'espèce du Tyrolien de Saint-Cassian : *Goniospira armata* MÜNSTER, prise par M. COSSMANN comme genotype. Nous ferons remarquer que ce genre est représenté dans notre faune par une forme de plus grande taille, et dont les nodosités des tours sont moins tranchantes et moins épineuses.

RIGAUXIA GRACILIS n. sp.

Pl. XV ; fig. 15, 15a, 15b, 15c.

Coquille de petite taille, à spire subcylindrique, turbinée, en forme de vis, très allongée, très grêle et à ligne de suture très inclinée. Les tours sont très nombreux et profondément disjoints. Les échantillons que nous possédons sont incomplets ; toutefois sur le mieux conservé nous en comptons 11, bien que l'extrémité de la spire soit brisée et que le dernier tour soit incomplet. Ce dernier échantillon incomplet mesure une longueur de 22 mm. 5 ; la largeur du dernier tour est de 3 mm. 5, et sa longueur de 3 mm. 5.

La forme générale des tours est convexe : ceux-ci sont ornés de 3 carènes spirales ; les deux antérieures sont plus fortes et donnent un aspect anguleux aux tours ; la carène postérieure est réduite à un filet spiral peu accentué, situé au voisinage de la suture. Les tours sont recouverts de très fines stries d'accroissement obliques et serrées, traversant les 3 carènes et les méplats qui les séparent.

L'ouverture est malheureusement en partie mutilée sur nos échantillons.

Rapports et différences. — Cette coquille de forme singulière ne semble pouvoir être rapportée à aucune espèce connue. Nous ferons remarquer cependant, qu'elle présente quelque analogie avec une forme décrite et signalée par von Bistram dans l'Infralias du Val Solda sous le nom de *Promathildia Dunkeri* (VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 64, pl. v, fig. 5, 6, 7).

Bien que paraissant assez voisine de la forme figurée par cet auteur (fig. 7), nous ferons observer que notre espèce est plus allongée, plus cylindrique et plus grêle, et que ses tours sont plus élevés, plus disjoints et à sutures plus obliques.

Notre coquille présente aussi quelque analogie avec *Cerithium Colenoti* MARTIN de l'Infralias de la Côte d'Or (zone à *A. Moreanus*) (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 77, pl. II, fig. 21-22) ;

mais notre forme a une spire plus grêle et plus allongée; ses tours sont bien plus disjoints, les sutures plus obliques, et les stries transversales moins accentuées.

Aussi, étant donné les caractères tout à fait particuliers de ce singulier Gastropode, avons-nous cru utile d'en faire une espèce nouvelle.

Au point de vue générique, cette forme paraît assez bien correspondre à la diagnose que donne M. Cossmann du genre *Rigauxia* (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 37).

COELOSTYLINA (OMPHALOPTYCHA) MORENCYANA PIETTE

Pl. XVI; fig. 8, 8a, 8b.

1856. *Phasianella morencyana* PIETTE. — *B. S. G. F.*, (2), t. XIII, p. 204, pl. x, fig. 12.

1902. *Cœlostylina Chartroni* COSSMANN — COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 186, pl. iv, fig. 15 (non fig. 9).

1903. *Omphaloptycha morencyana* PIETTE. — VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 62, pl. v, fig. 1 et 2.

Coquille de forme ovoïdo-conique, à spire acuminée, formée de 6 tours lisses, légèrement convexes; dont la hauteur égale un peu plus de la moitié de la largeur. Le dernier tour est sensiblement égal à la moitié de la longueur totale; il est peu ventru et renflé surtout vers la périphérie de la base.

Ouverture assez courte, arrondie, subanguleuse en arrière, évasée en avant; la columelle est arquée, et le bord columellaire est calleux et un peu recourbé sur une légère fente ombilicale.

Dimensions. — Longueur, 11 mm.; largeur du dernier tour, 7 mm.

Rapports et différences. — Cette forme semble assez conforme à celle signalée par Piette sous le nom de *Phasianella morencyana* (PIETTE. Grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 204, pl. x, fig. 12) autant qu'on peut en juger par la description et le dessin qu'il en donne. Elle a également assez de ressemblance avec l'espèce figurée par von Bistram sous le nom d'*Omphaloptycha morencyana* (VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 62, pl. v, fig. 1-2).

Enfin notre coquille n'est pas sans présenter certains caractères communs avec *Cœlostylina Chartroni* COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*; (4), II, p. 186, pl. iv, fig. 15, non fig. 9), mais sa forme plus renflée et moins allongée, la longueur plus considérable du dernier tour par rapport à la spire, et enfin la forme générale de l'ouverture tendent à nous faire rapporter plutôt cette forme au genre *Omphaloptycha* VON AMMON que M. Cossmann considère du reste comme un sous-genre du genre *Cœlostylina* KIRTL (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 45).

Cette espèce présente également quelques affinités avec la coquille décrite et figurée par M. Cossmann dans l'*Infralias* de Provençhères-

sur-Meuse sous le nom de *Cælostylina Thierryi* COSSMANN (COSSMANN. Note sur l'Infralias de Provençères-sur-Meuse, p. 26, pl. vi, fig. 7-10.

Répartition stratigraphique. — Piette cite cette forme dans les grès infraliasiques d'Aiglemont et de Rimogne; von Bistram signale *Omphaloptycha morencyana* PIETTE dans l'Infralias du Val Solda, et M. COSSMANN cite *Cælostylina Chartroni* COSSMANN, forme voisine, dans l'Infralias de la Vendée.

COELOSTYLINA (OMPHALOPTYCHA) VENTRICOSA n. sp.
Pl. XVI; fig. 9, 9a.

Coquille de forme analogue à la précédente, à galbe ovoïdo-conique, mais de taille un peu plus grande, de forme plus renflée et à spire plus courte et plus obtuse.

La spire est formée de 6 tours lisses convexes, dont la hauteur égale environ les $\frac{2}{3}$ de la largeur, et qui sont séparés par des sutures assez marquées. Le dernier tour égale plus des $\frac{2}{3}$ de la longueur totale; il est subglobuleux et lisse comme la spire sauf quelques stries d'accroissement obsolètes très fines et peu marquées près de l'ouverture.

Dimensions. — Longueur, 19 mm. environ; largeur du dernier tour, 12 mm.

Rapports et différences. — Comme la précédente, cette forme nous a paru devoir être rapportée au sous-genre *Omphaloptycha* VON AMMON section du genre *Cælostylina* KITTL (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée; t. VIII, p. 45), dont elle présente bien l'ensemble des caractères.

Au point de vue spécifique, elle nous a paru assez différente des autres formes connues de ce genre pour en faire une nouvelle espèce. L'espèce dont notre coquille se rapprocherait le plus, paraît être celle décrite par M. COSSMANN sous le nom de *Cælostylina paludinoïdes* COSSMANN dans l'Infralias de la Vendée (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée, *B. S. G. F.*, (4), II, p. 184, pl. III, fig. 5, et pl. IV, fig. 6). Mais notre forme possède un galbe et une ouverture qui la rapprocheraient davantage du genre *Omphaloptycha* que du genre *Cælostylina* proprement dit, auquel M. COSSMANN rattache sa coquille.

Répartition stratigraphique. — M. COSSMANN indique le genre *Omphaloptycha* comme étant exclusivement localisé dans le Trias. Il est donc intéressant de retrouver ici dans l'Infralias des représentants de ce genre.

BOURGUETIA DESHAYESEAE TERQUEM
Pl. XVI; fig. 10.

1855. *Turritella Deshayeseae* TERQUEM. — TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 253, pl. XIV, fig. 7.

1858. *Melania Zenkeni* DUNKER. — QUENSTEDT. Der Jura; p. 60, pl. v, fig. 17-19.
 1864. — — — — — DUMORTIER. Infralias; t. I, p. 116, pl. xix, fig. 4.
 1903. *Turritella (Mesalia) Zenkeni* DUNKER. — VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 61, pl. v, fig. 13-14.

Nous ne possédons de cette forme qu'un échantillon unique, et dont il manque l'ouverture et l'extrémité de la spire. Ce fragment mesure une longueur de 36 mm.; le dernier tour a une largeur de 19 mm.

Coquille de taille moyenne à spire allongée, turbinée, formée de tours convexes, renflés, arrondis, et portant sur toute leur surface des bandelettes spirales, lisses, assez régulières, subégales, cependant un peu plus fortes et plus larges sur le milieu des tours; ces bandelettes sont au nombre de 11 par tour de spire sur notre échantillon.

L'ouverture nous est inconnue; toutefois la base du dernier tour paraît ornée de bandelettes spirales un peu plus fortes que celles qui sont situées sur les tours.

Rapports et différences. — Cette coquille paraît être bien conforme à celle décrite par Terquem sous le nom de *Turritella Deshayesea* TERQUEM (TERQ. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 253, pl. xiv, fig. 7), et, comme le fait remarquer du reste M. Cossmann (COSSMANN. Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII, p. 71), il est bien possible que la *Melania Zenkeni* DUNKER ne soit que l'extrémité de la spire de *Turritella Deshayesea* TERQUEM.

M. Cossmann a rapporté cette forme au genre *Bourquetia* DESHAYES (COSSMANN, *loc. cit.*, t. VIII, p. 71).

Répartition stratigraphique. — Terquem cite cette forme dans les grès infraliasiques de Hettange. Chapuis et Dewalque signalent une forme très voisine : *Chemnitzia turbinata* CHAP. et DEWALQUE dans les marnes infraliasiques de Jamoigne (CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg; t. XXV, p. 77, pl. xi, fig. 3). Quenstedt cite *Melania Zenkeni* DUNK. dans le Lias α (QUENSTEDT. Der Jura; p. 60, pl. v, fig. 17-19). Dumortier décrit sous le nom de *Melania Zenkeni* DUNKER une coquille, qui n'est autre chose que notre espèce, dans l'Infra-lias du bassin du Rhône et de la Saône (DUMORTIER. Infralias, t. I, p. 116, pl. xix, fig. 4). Von Bistram signale dans l'Infra-lias du Val Solda sous le nom de *Turritella (Mesalia) Zenkeni* DUNK. une coquille qui paraît être identique à la nôtre (VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 61, pl. v, fig. 13-14). Enfin la coquille, désignée sous le nom de *Chemnitzia Zenkeni* DUNKER par H. Joly dans les marnes de Jamoigne et les sables de Metzert (zone à *Schlotheimia angulata*), n'est sans doute pas autre chose que notre espèce (H. JOLY, p. 316).

AMPULLOSPIRA INFRALIASICA COSSMANN

Pl. XVI; fig. 11, 11a, 11b, 11c, 11d.

1902. *Ampullospira infraliasica* COSSMANN. — COSSMANN et CHARTRON. *Infralias* de la Vendée; *B.S.G.F.*, (4), II, p. 190, pl. iv, fig. 3.

Coquille de taille moyenne, parfois assez grande, de forme ovale, plus longue que large (la largeur égale environ les $\frac{3}{5}$ de la longueur), à spire conique, étagée, médiocrement allongée et formée de 6 à 7 tours disposés en gradins, très légèrement convexes en avant, anguleux en arrière et munis entre cet angle et la suture d'une rampe déclive faiblement convexe.

Les tours, particulièrement le dernier, portent une légère dépression spirale en avant de la saillie anguleuse postérieure; ils sont ornés de fines bandelettes spirales, subégales, assez serrées, et recoupées par de fines costules transversales légèrement sinueuses et visibles surtout sur le dernier tour.

La longueur du dernier tour est sensiblement égale au $\frac{2}{3}$ de la longueur totale et parfois un peu supérieure. Le dernier tour est déprimé sur les flancs au-dessous du bourrelet postérieur, et arrondi à la périphérie de la base qui est un peu convexe.

L'ouverture est subovale, anguleuse et un peu excavée en arrière, arrondie, versante et évasée à la base. Columelle lisse, oblique et excavée.

Nous insisterons sur la forme variable de nos échantillons qui sont plus ou moins renflés, et dont la longueur de la spire est également variable. Ces derniers caractères insuffisants pour faire des espèces différentes, nous permettent néanmoins de considérer ces diverses formes comme des variétés de cette espèce.

Dimensions. — Hauteur : 33 mm. 24 mm. 21 mm.
 Largeur du dernier tour : 21 mm. 15 mm. 15 mm.
 Longueur du dernier tour : 19 mm. 14 mm. 14 mm.

Rapports et différences. — Cette forme paraît devoir se rapporter à celle décrite et figurée par M. Cossmann sous le nom d'*Ampullospira infraliasica* COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. *Infralias* de la Vendée, *loc. cit.*). Nous ferons remarquer toutefois que cet auteur a établi sa diagnose sur un échantillon assez usé, dont la surface du test est lisse et qui n'a conservé pour cette raison aucune trace de l'ornementation très nette au contraire sur nos échantillons mieux conservés. Au point de vue de la forme générale et des autres caractères, nos échantillons paraissent assez conformes à la diagnose donnée par M. Cossmann pour ce Gastropode de l'*Infralias* de la Vendée, et avec cet auteur nous le rattacherons au genre *Ampullospira* HARRIS. La présence de ce genre dans l'Hettangien est assez intéressante.

Répartition stratigraphique. — Cette espèce est citée par M. COSSMANN dans l'Infralias de la Vendée.

EUCYCLUS TRIPLICATUS MARTIN

Pl. XVI; fig. 12, 12a.

1859. *Turbo triplicatus* MARTIN. — MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 73, pl. 1, fig. 37-38.

1864. — — — DUMORTIER. Dépôts jurassiques du bassin du Rhône et de la Saône. *Infralias*; t. I, p. 134, pl. xx, fig. 5.

Coquille de petite taille, à spire conique, assez allongée et formée de 7 tours anguleux et séparés par des sutures profondes. Les tours sont ornés d'une forte carène granuleuse tranchante sur leur angle externe. Sur les derniers tours, de part et d'autre de cette carène, il existe en avant une autre carène granuleuse plus fine et en arrière 3 carènes granuleuses également plus fines. Sur les tours de l'extrémité de la spire, le nombre de ces carènes va en diminuant. Les tours sont aussi ornés de filets axiaux décurrents, reliant entre elles les granulations des carènes. La hauteur des tours est inférieure à la moitié de leur largeur.

La surface de la base du dernier tour est ornée d'une dizaine de filets spiraux bien marqués et légèrement granuleux, que recourent de fines stries transverses. La longueur du dernier tour est un peu inférieure à la moitié de la longueur totale.

L'ouverture, quoique légèrement mutilée, paraît néanmoins être subcirculaire. La columelle est presque droite, et il n'y a pas d'ombilic.

Dimensions. — Longueur, 10 mm. 5; largeur, 6 mm. 5.

Rapports et différences. — Notre espèce ne paraît pas être autre chose que la coquille décrite par Martin sous le nom de *Turbo triplicatus* (MARTIN. Côte-d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 73, pl. 1, fig. 37-38). Cependant sur notre coquille les tours sont plus anguleux et les sutures plus profondes que sur la coquille figurée par Martin.

M. COSSMANN a rapporté des formes analogues au genre *Eucyclus* DESLONGCHAMPS. (COSSMANN et CHARTRON. *Infralias* de la Vendée, *B. S. G. F.*, (4), II, p. 194).

Répartition stratigraphique. — Martin cite cette espèce dans l'Infralias de la Côte-d'Or (zone à *A. Moreanus*). Dumortier la signale dans l'Infralias du bassin du Rhône et de la Saône.

EUCYCLUS TRICARINATUS MARTIN

Pl. XVI; fig. 13, 13a.

1859. *Purpurina tricarinata* MARTIN. — MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 75, pl. II, fig. 6-7.

Coquille de petite taille, à spire conique, un peu plus allongée que dans l'espèce précédente, et formée de 7 tours anguleux dis-joints par une suture rentrante; ceux-ci sont tricarénés; ils sont ornés d'une carène constituée par d'assez fortes granulations sur la partie anguleuse vers le tiers antérieur. Cette carène est limitée: en avant, par une rampe légèrement excavée, décline en avant et sur la partie antérieure de laquelle se montre une carène granuleuse, moins forte que la précédente, le long de la suture: en arrière, par une autre rampe plus large, décline en arrière et sur la partie postérieure de laquelle se trouve une autre carène granuleuse, moins accentuée que la carène centrale, mais plus forte que la carène antérieure. Les tours sont ornés aussi de filets axiaux décurrents, qui recourent les carènes spirales en se bifurquant sur les granulations de celles-ci. La hauteur des tours est inférieure à la moitié de leur largeur.

La surface de la base du dernier tour est ornée d'une dizaine de filets spiraux légèrement granuleux, que recourent de fines stries rayonnantes. La longueur du dernier tour est un peu inférieure à la moitié de la longueur totale.

L'ouverture est arrondie, subcirculaire, à peine versante en avant, à péristome peu épais et discontinu en arrière; la columelle est presque droite et il n'y a pas d'ombilic.

Dimensions. — Longueur, 10 mm. 5; largeur, 5 mm. 5.

Rapports et différences. — Nous avons rapproché cette forme de *Purpurina tricarinata* MARTIN (MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 75, pl. II, fig. 6, 7). Notre coquille n'en diffère que parce fait que la carène antérieure des tours paraît y être moins accentuée et se trouve plus près de la suture. Cette espèce diffère de la précédente par sa forme moins trapue, ses tours moins anguleux et une ornementation des tours différente.

Elle diffère de *Eucyclus tricarinatus* MARTIN in COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), t. II, p. 194, pl. IV, fig. 13-14), dont la forme est plus trapue, la spire plus courte, l'ouverture plus large et plus déversée; de plus l'ornementation des tours de l'espèce décrite par M. Cossmann est différente, et paraît se rapprocher davantage de celle de *Turbo triplicatus* MARTIN (MARTIN, *loc. cit.*)

Au point de vue générique nous rangerons cette espèce dans le genre *Eucyclus* DESLONGCHAMPS, qui a été adopté par M. Cossmann pour des formes voisines de la nôtre (COSSMANN, *loc. cit.*, p. 194).

Répartition stratigraphique. — Cette espèce a été signalée par Martin dans l'Infralias de la Côte d'Or, près de Semur, dans la zone à *A. Moreanus*.

EUCYCLUS TECTIFORMIS COSSMANN

Pl. XVI; fig. 14.

1902. *Eucyclus tectiformis* COSSMANN. — COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), t. II, p. 195, pl. IV, fig. 16.

Nous avons figuré ici l'extrémité d'une spire appartenant sans doute à celle d'un *Eucyclus*, quoique l'ouverture ne soit pas conservée. C'est une coquille de petite taille dont les tours constituent une spire régulièrement conique et ne sont pas séparés par une suture profonde comme dans les espèces précédentes; ils sont ornés de 3 carènes granuleuses, la carène antérieure étant plus saillante et formée de granulations plus fines; les 2 carènes postérieures sont moins saillantes et formées de granulations plus fortes et plus espacées.

Rapports et différences. — Nous ferons observer que cette forme ne correspond pas à la description que donne M. Cossmann d'une coquille qu'il désigne sous le nom de *Eucyclus tectiformis*, qu'il cite dans l'Hettangien de la Vendée (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 195, pl. IV, fig. 16), et à propos de laquelle il insiste sur la forme imbriquée des tours, caractère qui n'existe pas sur notre coquille. Par contre notre espèce est tout à fait comparable à la figure (COSSMANN, *loc. cit.*, pl. IV, fig. 16) que ce paléontologiste rapporte, sans doute par erreur, à la forme qu'il décrit sous le nom de *Eucyclus tectiformis*.

EUCYCLUS ANDLERI MARTIN

Pl. XVII; fig. 1, 1a, 1b, 1c.

1859. *Turbo Andleri* MARTIN. — MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 73, pl. I, fig. 30-31.

Coquille de très petite taille, subglobuleuse, héliciforme, en général un peu plus large que haute; la longueur de la spire par rapport à la largeur paraît variable suivant les individus. La spire est courte, à sommet obtus, formée de 3 ou 4 tours renflés, légèrement anguleux par suite de la présence d'une fine carène obtuse située en arrière des tours; en avant de cette carène, il existe une rampe plane très légèrement convexe, et en arrière, une rampe plus étroite, déclinée et excavée, à la partie postérieure de laquelle se voit un petit bourrelet spiral saillant le long de la suture. Ces deux rampes et la carène sont traversées par de fines stries serrées et obliques en arrière, qui sont bien marquées surtout sur la rampe excavée postérieure. Cette dernière ornementation est visible principalement sur le dernier tour. La surface de la base du dernier tour est recouverte de très fines stries rayonnantes. L'ouverture est circulaire; il n'y a pas d'ombilic.

Dimensions. — Longueur, 3 mm. ; largeur du dernier tour, 3 mm 3.

Rapports et différences. — Notre espèce paraît assez conforme à la figure et à la description que donne Martin de *Turbo Andleri* (MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 73, pl. 1, fig. 30-31). Nous avons rapporté cette coquille au genre *Eucyclus* DESLONGCHAMPS par suite de la forme circulaire de l'ouverture.

Répartition stratigraphique. — Martin cite cette espèce dans l'Infralias de la Côte d'Or (zone à *A. Moreanus*).

PLEUROTOMARIA (CRYPTÆNIA) ROTELLÆFORMIS DUNKER

Pl. XVII; fig. 2, 2 a, 2 b, 2 c.

1847. *Pleurotomaria rotellæformis* DUNKER. — DUNKER. *Palæontographica*, t. I, p. 111, pl. XIII, fig. 12.
1850. — — — DUNKER. — D'ORBIGNY. *Paleont. franç. des terrains jurassiques*, t. II, p. 400, pl. CCCXLVIII, fig. 3-7.
1853. — — — DUNKER. — CHAPUIS et DEWALQUE. *Description des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg*, t. XXV, p. 96, pl. XII, fig. 13.
1855. — — — DUNKER. — TERQUEM. *Paléont. Luxembourg et Hettange. M. S. G. F.*, (2), V, p. 272, pl. XVI, fig. 11.
1858. — — — DUNKER. — QUENSTEDT. *Der Jura*; p. 58, pl. v, fig. 31-33.

Coquille de taille moyenne, héliciforme, lisse, à spire légèrement convexe, à sommet obtus et à tours lisses peu convexes; une bandelette étroite est située sur le bord externe des tours; celle-ci se voit seulement sur le dernier tour; sur les autres tours elle est cachée par l'enroulement de la spire; la suture est recouverte par le bord interne des tours qui forment ainsi un cordon spiral saillant et arrondi et de plus en plus saillant à mesure que l'on se rapproche de l'ouverture.

La bouche est subcirculaire et oblique; la base de la coquille est plus déprimée que la spire; elle est recouverte, à la place de l'ombilic, par une callosité limitée par un sinus circulaire peu profond, mais bien net.

Dimensions. — Diamètre, 22 mm. 5; hauteur, 13 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille est tout à fait conforme à *Pleurotomaria rotellæformis* DUNKER.

Par la présence du cordon spiral saillant, qui recouvre la suture, notre espèce offre quelque ressemblance avec *Pleurotomaria cæpa* DESLONGCHAMPS (v. TERQUEM. *Paléont. Luxembourg et Hettange. M. S. G. F.*, (2), V, p. 272).

Notre coquille se distingue de *Pleurotomaria expansa* Sow., par ses tours plus convexes et le bord externe des tours moins anguleux, et de *Pleurotomaria cæpa* DESLONGCHAMPS par sa spire moins aiguë et sa forme plus déprimée.

Nous rattacherons cette forme, ainsi que les deux suivantes, au genre *Pleurotomaria* DEFRANCE et en particulier au sous-genre *Cryptaenia* DESLONGCHAMPS (ZITTEL. Traité de paléontologie, t. II, p. 178).

Répartition stratigraphique. — Dunker cite cette espèce dans les grès infraliasiques d'Halberstadt; Chapuis et Dewalque dans les marnes infraliasiques de Jamoigne; Terquem dans les grès infraliasiques de Hettange et de Halberstadt; Quenstedt dans le Lias α (zone à *A. angulatus*); H. Joly dans la zone à *S. angulata* en Lorraine et dans la Meurthe-et-Moselle (H. JOLY, p. 303); enfin d'Orbigny la cite sans doute à tort dans le Lias moyen.

PLEUROTOMARIA (CRYPTAENIA) JAMOIGNACA TERQUEM et PIETTE
Pl. XVII; fig. 3.

1863. *Pleurotomaria jamoignaca* TERQUEM et PIETTE. — TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 58, pl. iv, fig. 19.

Coquille de taille moyenne, héliciforme et lisse, à spire convexe et à sommet obtus, mais à spire plus élevée que dans l'espèce précédente. La spire est formée de tours lisses, presque plans, légèrement excavés près de la suture, qui est un peu recouverte par le bord interne des tours, ce qui détermine ainsi un léger bourrelet spiral, mais bien moins marqué que dans l'espèce précédente.

La base du dernier tour est moins aplatie que dans l'espèce précédente et elle est presque aussi convexe que la spire. La surface de la base du dernier tour est non ombiliquée et munie, à la place de l'ombilic, d'une callosité limitée par un sillon circulaire moins marqué que dans l'espèce précédente.

Dimensions. — Diamètre, 20 mm.; hauteur, 14 mm.

Rapports et différences. — Nous ne possédons qu'un seul échantillon de cette espèce et la bouche est en partie mutilée. Toutefois cette forme se rapporte assez exactement à l'espèce décrite et figurée par Terquem et Piette sous le nom de *Pleurotomaria jamoignaca* (TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 58, pl. iv, fig. 19).

Répartition stratigraphique. — Terquem et Piette ont signalé cette espèce dans les calcaires à *A. bisulcatus* de Jamoigne. H. Joly la cite dans les marnes de Jamoigne et dans les sables de Metzert (zone à *Schlotheimia angulata*).

PLEUROTOMARIA (CRYPTAENIA) PLANISPIRA n. sp.
Pl. XVII; fig. 4, 4a.

Coquille de taille moyenne, héliciforme et lisse, à spire très aplatie et formée de tours assez larges et presque plans; le bord

interne des tours recouvre la suture, déterminant ainsi un bourlet spiral. Le bord externe des tours est très convexe et presque anguleux. La surface des tours est lisse ; près de l'ouverture se montrent des stries transverses, obliques, à peine visibles.

L'ouverture est subquadrangulaire, légèrement oblique ; la base du dernier tour est convexe, un peu renflée, arrondie et non ombiliquée ; elle est recouverte, à la place de l'ombilic, d'une callosité assez épaisse entourée par un sillon circulaire à peine indiqué.

Dimensions. — Diamètre, 22 mm. ; hauteur, 11 mm.

Rapports et différences. — Par suite de sa spire très aplatie et de la forme subquadrangulaire très caractéristique de l'ouverture, nous avons fait une espèce nouvelle de cette coquille, que nous n'avons pu assimiler complètement à aucune forme connue.

Signalons toutefois que par l'aplatissement très marqué de la spire, elle rappelle un peu l'espèce décrite par Terquem sous le nom de *Pleurotomaria lens* des grès infraliasiques de Hettange (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 271, pl. xvi, fig. 6) et celle décrite par Terquem et Piette sous le nom de *Pleurotomaria planula* des calcaires à *A. angulatus* et des calcaires à *A. bisulcatus* de Jamoigne (TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 59, pl. iv, fig. 26-27). Mais la taille de notre coquille est beaucoup plus considérable et la forme de l'ouverture est différente et beaucoup plus anguleuse.

De plus, cette coquille paraît être assez voisine de *Helicina solarioides* Sow. (Sow., Min. conchyl., t. III, p. 129, pl. cclxxiii, fig. 4). Cette forme décrite et signalée par Sowerby dans le Lias moyen est sans doute dérivée de la nôtre.

Nous ferons observer ici que notre espèce diffère sensiblement de *Helicina expansa* Sow. (SOWERBY, Min. conchyl., t. III, p. 129, pl. cclxxiii, fig. 1, 2, 3), espèce que Chapuis et Dewalque ont identifiée à *Helicina solarioides* Sow. (SOWERBY, *loc. cit.*), en groupant ces deux types sous le nom de *Pleurotomaria expansa* (CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg, p. 97, pl. xiii, fig. 3). *Helicina expansa* Sow. a la spire beaucoup plus surélevée que *Helicina solarioides* Sow., et de plus l'ouverture est plus large dans la première espèce que dans la seconde.

LIORYPHÆA sp.

Nous ne saurions passer sous silence la présence dans cette formation de quelques Gryphées. Ces dernières paraissent assez voisines de *Liogryphæa arcuata* LAMK., forme classique et bien connue, qui a été amplement décrite par de nombreux auteurs et

dont la forme est du reste assez variable. Aussi nous ne reviendrons pas sur la description de cette coquille. Nous nous bornons simplement à signaler la présence, du reste assez rare, de ces Ostracées à ce niveau, et à faire remarquer que ces dernières sont un peu différentes de *Liogryphæa arcuata* LAMK, caractéristique du Sinémurien franc (zone à *Arietites Bucklandi*) et si nombreuses dans les assises qui surmontent immédiatement le niveau qui nous intéresse ici.

Les échantillons, que nous possédons, ont en effet une forme plus courte et plus évasée, un crochet plus fin et plus aigu et enfin une taille notablement plus petite. Ce dernier caractère semblerait indiquer que nous sommes là en présence de la forme ancestrale de la *Liogryphæa arcuata* type du Sinémurien.

Nous ajouterons que c'est à ce niveau que semble avoir commencé à se produire l'apparition des premiers représentants de ce groupe d'Ostracées, qui ont eu au Lias inférieur (Sinémurien) leur maximum d'épanouissement.

LIMA (PLAGIOSTOMA) GIGANTEA SOW.

1814. *Plagiostoma gigantea* SOW. — SOWERBY. Min. conchyl., t. I, p. 176, pl. LXXVII.
1838. *Lima gigantea* SOW. — GOLDFUSS. Petrefacta Germania, t. II, p. 80, pl. CI, fig. 1.
1850. — — — D'ORBIGNY. Prodrome, t. I, p. 235.
1855. — — — TERQUEM. Pal. Luxembourg et Hettange. M, S, G, F., (2), V, p. 318.
1853. — — — CHAPUIS et DEWALQUE. Descript. des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg; p. 199, pl. XXVII, fig. 2, et pl. XXIX, fig. 1.
1858. *Plagiostoma giganteum* SOW. — QUENSTEDT. Der Jura, p. 77, pl. IX, fig. 10.

Coquille d'assez petite taille, obliquement semi-circulaire; les crochets des valves sont petits et peu saillants; le bord antérieur est tronqué et légèrement convexe; le bord inférieur est convexe; le bord supéro-postérieur est droit et oblique; le bord postérieur est proéminent et subarrondi.

La surface des valves est ornée de fines stries concentriques, irrégulières et irrégulièrement espacées, lesquelles sont traversées par des stries rayonnantes encore plus fines, serrées et nombreuses.

Dimensions. — Longueur, 16 mm.; hauteur, 13 mm.; épaisseur, 8 mm.

Nous n'avons ici qu'un seul échantillon, dont la petite taille indique

que c'est un jeune de cette espèce, qui du reste paraît être très rare à ce niveau et ne semble se développer que dans les assises supérieures (Sinémurien franc à *A. Bucklandi*), où elle devient abondante et possède une plus grande taille. Terquem et H. Joly ont cité cette espèce dans l'Hettangien.

MYTILUS STOPPANII DUMORTIER

Pl. XVII, fig. 5. 5a.

1864. *Mytilus Stoppanii* DUMORTIER. — DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 42, pl. v, fig. 1, 2.

Coquille d'assez petite taille, dont la longueur est plus du double de la largeur, de forme allongée et assez régulièrement convexe dans son ensemble. Le bord cardinal est régulièrement convexe et tranchant; la partie opposée aux crochets est subarrondie; le bord palléal, déclive et un peu convexe vers le sommet, devient ensuite légèrement tronqué et presque rectiligne. Les crochets paraissent assez renflés, mais leur extrémité est mutilée sur notre échantillon.

Les valves présentent, suivant la direction de leur grand axe, un renflement partant des crochets, et allant en s'atténuant jusque vers l'autre extrémité de la coquille.

Le test est brillant et orné de fines stries d'accroissement.

Dimensions. — Longueur, 17 mm.; largeur, 7 mm. 5; épaisseur, 5 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille, dont l'état de conservation est assez imparfait, ne peut pas être assimilée très rigoureusement à une espèce connue. Cependant, elle semble pouvoir être rapportée au genre *Mytilus*, et, par sa forme d'amande allongée, par ses côtés assez régulièrement convexes, par son test brillant et l'ornementation de ses valves, elle présente une grande analogie avec la coquille décrite par Dumortier sous le nom de *Mytilus Stoppanii* (DUMORTIER. *Infralias*; t. I, p. 42, pl. v, fig. 1, 2).

La petite taille de notre échantillon prouve que nous sommes sans doute ici en présence d'un individu jeune de l'espèce de Dumortier.

Répartition stratigraphique. — Dumortier signale cette espèce dans l'assise à *Ostrea sublamellosa* de l'*Infralias* du massif du Mont-d'Or lyonnais.

CARDINIA CRASSISSIMA SOWERBY.

1846. *Unio crassissimus* SOWERBY. — SOWERBY. *Min. conchyl.*, t. II, p. 121, pl. CLIII.

1865. *Cardinia crassissima* SOWERBY (*non* AGASSIZ). — TERQUEM et PIETTE. *Lias inférieur. M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 136, pl. x, fig. 3-4.

Coquille de très grande taille, très épaisse, subconvexe, arrondie en avant, légèrement arquée inférieurement, oblique, un peu tronquée et arquée en arrière; le bord antéro-supérieur est excavé et le bord postéro-supérieur est convexe et déclive. Les crochets sont situés au tiers antérieur; ils sont assez forts et recourbés en avant et en dedans; les valves sont bombées et assez régulièrement convexes; elles sont ornées de forts et larges plis concentriques qui sont au nombre de 12 ou 13 par valves. Assez serrés vers le sommet, ces plis concentriques vont en s'écartant



FIG. 6. — *Cardinia crassissima* SOWERBY. — (Réduit de 1/3).



FIG. 7. — *Cardinia crassissima* SOWERBY. — (Réduit de 1/3).

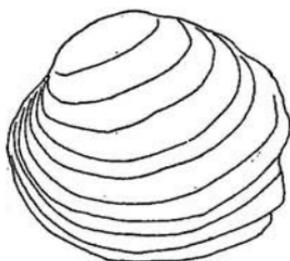


FIG. 8. — *Cardinia crassissima* SOWERBY. — 1/2.

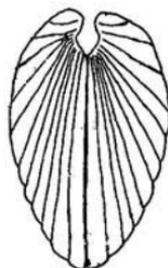


FIG. 9. — *Cardinia crassissima* SOWERBY. — 1/2.

jusque vers le tiers antérieur de la valve à partir du crochet; ensuite ils deviennent de plus en plus rapprochés à mesure que l'on se rapproche du bord inférieur.

La surface interne montre une charnière très épaisse et arquée. Les impressions musculaires sont larges et profondes et sont situées très haut contre les dents latérales.

La valve droite présente deux dents latérales fortes, avec de profondes fossettes les limitant supérieurement; la dent anté-

rière est renflée, courte, saillante et un peu oblique en avant; la dent postérieure est saillante et oblique en arrière, mais moins large, plus allongée, plus oblique et plus éloignée du crochet que la dent antérieure.

La valve gauche présente deux dents latérales fortes, l'antérieure plus renflée, plus courte, moins oblique et plus rapprochée du sommet que la postérieure.

Les dents et les fossettes cardinales sont un peu usées sur notre échantillon.

Dimensions. — Longueur, 73 mm.; largeur, 65 mm.; épaisseur, 43 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille par sa taille, sa forme, son ornementation, ses caractères généraux et son épaisseur est tout à fait comparable à la coquille décrite par Terquem et Piette sous le nom de *Cardinia crassissima* (TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 136, pl. x, fig. 3 et 4) et à l'espèce type de Sowerby *Unio crassissimus* (SOWERBY. Min. conchyl., t. II, p. 121, pl. CLIII). Elle n'en diffère que par sa forme générale un peu plus courte. Dans notre coquille, en effet, la longueur des valves est un peu plus courte par rapport à leur largeur que dans la forme type de Sowerby. Par l'épaisseur de la charnière, notre coquille appartient au genre *Cardinia* AGASSIZ, genre adopté du reste pour des formes voisines hetangiennes par M. COSSMANN (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 520).

Répartition stratigraphique. — H. Joly cite cette espèce dans l'Infralias de la Meurthe-et-Moselle (zone à *Schlotheimia angulata*), ainsi que Terquem et Piette.

CARDINIA QUADRANGULARIS MARTIN

Pl. XVII; fig. 6, 6 a, 6 b.

1859. *Cardinia quadrangularis* MARTIN. — MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 84, pl. IV, fig. 3, 4, 5.

Coquille de taille moyenne, moins grande que l'espèce précédente, assez épaisse, à forme subquadrangulaire et allongée. Les bords cardinal et palléal sont peu convexes, presque rectilignes et subparallèles; les extrémités antérieures et postérieures sont assez étroites et arrondies; les crochets sont situés au quart antérieur; ils sont peu saillants et recourbés en avant et en dedans.

Les valves régulièrement convexes sont ornées de plis concentriques assez accentués, qui sont au nombre de 12 à 13 environ. Assez serrés vers le crochet, ils vont ensuite en s'épauillant jusque vers le tiers antérieur de la valve à partir du crochet, puis ils deviennent plus rapprochés vers le bord inférieur des valves.

Les valves de l'unique échantillon de cette espèce que nous possédons étant réunies par un ciment argilo-gréseux très dur, il ne nous a pas été possible de les séparer et de pouvoir donner la description de la charnière.

Dimensions. — Longueur, 55 mm.; largeur, 36 mm.; épaisseur, 23 mm.

Rapports et différences. — Cette coquille présente exactement la même forme caractéristique, la même taille, les mêmes dimensions relatives et la même ornementation que la *Cardinia* décrite par Martin sous le nom de *Cardinia quadrangularis* (MARTIN. Côte d'Or. *M. S. G. F.*, (2), VII, p. 84, pl. iv, fig. 3, 4, 5).

Répartition stratigraphique. — Martin cite cette forme dans l'Infralias de la Côte d'Or (zone à *A. Moreanus*).

CARDINIA HYBRIDA SOWERBY.

Pl. XVII; fig. 7, 7 a.

1816. *Unio hybridus* Sow. — SOWERBY. Min. conchyl., t. II, p. 124, pl. CLIV, fig. 2.

1850. *Cardinia hybrida* Sow. — D'ORBIGNY, Prodome, t. I, p. 217.

1853. — — — CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg; t. XXV, p. 167, pl. xxiii, fig. 5.

Coquille de taille moyenne, épaisse, subtriangulaire; le bord antérieur est légèrement concave et arrondi à la base; le bord postérieur est plus long, convexe, tronqué inférieurement et se termine à la partie inférieure en un angle proéminent arrondi; le bord palléal est sensiblement rectiligne.

Les crochets sont situés vers le quart antérieur des valves; ils sont assez proéminents et faiblement recourbés en avant.

Les valves sont ornées de lamelles concentriques assez fortes, surtout vers le bord inférieur des valves; elles s'atténuent sur la partie supérieure des valves vers le crochet.

Nous ne possédons que la valve gauche de ce Bivalve. La charnière est épaisse; elle montre deux dents latérales assez fortes. La dent latérale antérieure est allongée, oblique en avant et surmontée d'une fossette; la dent latérale postérieure est plus forte, plus saillante et plus éloignée du crochet. Les impressions musculaires sont obliques, assez profondes et sont situées contre les dents latérales.

Dimensions. — Longueur, 26 mm.; largeur, 21 mm.

Rapports et différences. — Cette coquille paraît bien conforme à la description que donnent Chapuis et Dewalque de *Cardinia hybrida* Sow. (CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secondaires du Luxembourg; XXV, p. 167, pl. xxiii, fig. 5).

Notre espèce, par sa forme triangulaire, haute, courte et à bord palléal presque rectiligne, se distingue nettement des autres *Cardinies*; cependant nous ferons remarquer qu'elle est assez voisine de *Cardinia Listeri* Sow., dont elle diffère toutefois par sa forme un peu plus allongée.

Répartition stratigraphique. — H. Joly cite cette espèce dans les marnes infraliasiques de Jamoigne (zone à *Schlotheimia angulata*).

ASTARTE CHARTRONI COSSMANN

Pl. XVII; fig. 8, 8 a.

1903. *Astarte Chartroni* COSSMANN. — COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 523, pl. xvii, fig. 16-18.

Coquille de très petite taille, de forme subquadrangulaire, aussi large que longue et assez comprimée. Le bord supéro-antérieur est déclive et légèrement excavé; le bord supéro-postérieur est légèrement convexe; le bord postérieur est un peu tronqué, et le bord palléal convexe. Les crochets sont petits, peu saillants, légèrement recourbés en avant et situés au quart antérieur de la longueur.

La surface des valves est ornée de fines côtes concentriques, régulières, lamelleuses et au nombre de 12 environ.

La charnière est peu visible sur nos échantillons.

Dimensions. — Longueur, 4 mm.; largeur, 4 mm.

Rapports et différences. — Notre coquille paraît tout à fait conforme à celle décrite par M. Cossmann sous le nom de *Astarte Chartroni* (COSSMANN et CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 523, pl. xvii, fig. 16-18). Toutefois, nos échantillons ont une taille encore plus faible que celle de ceux figurés et décrits par M. Cossmann. Ce sont probablement des individus jeunes de cette espèce.

Cette espèce, ainsi que le fait remarquer M. Cossmann, serait assez voisine de *Astarte irregularis* TERQ. des grès infraliasiques de Hettange (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 294, pl. xx, fig. 5) par sa taille et son ornementation; mais l'espèce de Terquem est plus allongée; elle est subtrigone et non subquadrangulaire, et enfin les valves sont ornées de côtes plus fines et plus serrées.

Répartition stratigraphique. — M. Cossmann signale cette espèce dans l'Hettangien de la Vendée.

LUCINA ARENACEA TERQUEM

Pl. XVII; fig. 9, 9 a.

1847. *Cyclas rugosa* DUNKER. — DUNKER. *Palæontographica*, 1^{re} partie, p. 38, pl. vi, fig. 15, 16.

1855. *Lucina arenacea* TERQUEM. — TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange, *M. S. G. F.*, (2), V, p. 306, pl. xx, fig. 8.

Coquille de taille moyenne, subglobuleuse et renflée, de forme générale subquadrangulaire, mais à angles arrondis. Le test est orné de lamelles concentriques fines, serrées et assez irrégulières.

Le bord supéro-postérieur est peu déclive et légèrement convexe; les bords postérieur et antérieur sont tronqués et très faiblement convexes; le bord palléal est régulièrement subconvexe.

Les valves sont renflées surtout vers les crochets, qui sont forts, renflés et recourbés en dedans et légèrement en avant; ces derniers sont situés environ vers le tiers antérieur des valves.

Dimensions. — Longueur, 36 mm.; largeur, 30 mm. 5; épaisseur, 26 mm.

Rapports et différences. — Notre échantillon ne montre pas l'intérieur des valves. Néanmoins, par sa taille, ses dimensions, sa forme et son ornementation, notre coquille est absolument conforme à celle décrite et figurée par Terquem sous le nom de *Lucina arenacea* (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 306, pl. xx, fig. 8), espèce que cet auteur considère comme identique à *Cyclas rugosa* DUNKER (DUNKER. *Palæontographica*, 1^{re} partie, p. 38, pl. vi, fig. 15, 16).

Répartition stratigraphique. — Terquem cite cette espèce dans les grès infraliasiques de Hettange.

LUCINA (PHACOIDES) EXIGUA TERQUEM

Pl. XVII; fig. 10, 10 a, 10 b, 10 c, 10 d.

1855. *Cardinia exigua* TERQUEM. — TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 296, pl. xx, fig. 4.

Coquille de petite taille, mince, fragile, subéquilatérale et ovale; le bord supéro-antérieur est légèrement excavé; le bord antérieur est arrondi; le bord inférieur est légèrement et régulièrement arqué; le bord postéro-supérieur est déclive et convexe; le bord postérieur est convexe, mais plus large que le bord antérieur.

Les crochets sont assez saillants et un peu acuminés; ils sont légèrement recourbés en avant et situés sensiblement vers le milieu de la longueur des valves, un peu plus près cependant du bord antérieur. La surface des valves est ornée de petites lamelles concentriques très fines, mais irrégulièrement accentuées et inégalement rapprochées.

La valve droite de l'un de nos échantillons a pu être dégagée et montre une charnière mince, comprenant 2 petites dents cardinales, fines et inégales, la dent antérieure étant plus étroite

que la postérieure ; la dent latérale antérieure seule est conservée sur cette valve.

Dimensions. — Longueur, 9 mm. ; largeur, 7 mm. 5 ; épaisseur, 3 mm. 5.

Rapports et différences. — Au point de vue spécifique, notre coquille paraît bien conforme à celle décrite par Terquem sous le nom de *Cardinia exigua* (TERQUEM. Paléont. Luxembourg et Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, p. 296, pl. xx, fig. 4). Mais par contre cette forme n'appartient pas au genre *Cardinia*, comme l'a considéré Terquem ; en effet, la charnière présente par sa forme et sa finesse les caractères des charnières des Lucines. Cette charnière est même assez voisine de celle d'une coquille décrite par M. Cossmann dans l'Hettangien de la Vendée sous le nom de *Dentilucina lunulicava* (COSSMANN ET CHARTRON. Infralias de la Vendée. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 531, pl. xvii, fig. 30, 31 et pl. xviii, fig. 24) et que ce paléontologiste rapporte au genre *Phacoides*, lequel est synonyme antérieur du genre *Dentilucina* (voir COSSMANN, *loc. cit.*, p. 532, note infrapaginale).

Nous ajouterons même que notre coquille présente quelque ressemblance au point de vue des dimensions et de sa forme générale avec cette dernière espèce de M. Cossmann, mais elle en diffère par l'ornementation des valves, qui, dans notre espèce, n'est pas formée de lamelles saillantes, et par ce fait que la charnière de notre coquille paraît un peu plus mince.

Répartition stratigraphique. — Terquem signale cette forme dans es grès infraliasiques de Hettange et de Halberstadt.

PENTACRINUS TUBERCULATUS MILLER

- | | | | |
|-------|---------------------------------|---------|---|
| 1821. | <i>Pentacrinus tuberculatus</i> | MILLER. | Crinoides, p. 64, fig. 1, 2. |
| 1858. | — | — | QUENSTEDT. Der Jura, p. 83, pl. x, fig. 10. |
| 1865. | — | — | TERQUEM et PIETTE. Lias inférieur. <i>M. S. G. F.</i> , (2), VIII, p. 123, pl. xv, fig. 6, 7, 8, 9. |

Nous signalerons ici quelques fragments de tiges de *Pentacrinus*, qui, quoique un peu usés, semblent être assez voisins de *Pentacrinus tuberculatus* MILLER. Nous ne citerons cette forme que pour mémoire et pour être plus complet dans la monographie de cette faune.

Répartition stratigraphique. — Cette forme a été signalée : par Quenstedt dans le Lias α ; par Terquem et Piette dans la zone à *A. angulatus* de Jamoigne, dans l'assise à *A. bisulcatus* de Jamoigne et dans les grès à *Belemnites acutus* de Rimogne ; par H. Joly dans la zone à *Psiloceras planorbis* (marnes d'Helmsingen) et dans la zone à *Schlotheimia angulata* (marnes de Jamoigne et sables de Metzert).

MIOCIDARIS MARTINI COTTEAU

Pl. XVII; fig. 14, 14a.

1860. *Cidaris Martini* COTTEAU. — COTTEAU. Paléont. franç., t. X, p. 19, pl. CXLV, fig. 1-11.

1910. *Miocidaris Martini* COTTEAU. — LAMBERT et THIERRY. Essai de nomenclature raisonnée des Échinides, fasc. II, p. 128.

Espèce représentée ici uniquement par des radioles. Ceux-ci sont grêles, allongés, cylindriques, ornés sur la tige de fins granules un peu épineux. En se rapprochant de la collerette, les granules s'atténuent et disparaissent. La tige et la collerette sont recouvertes de stries longitudinales très fines, serrées, régulières et visibles seulement à la loupe. L'anneau est assez saillant et finement strié comme la collerette. La facette articulaire est assez fortement crénelée. Assez rare.

Rapports et différences. — Cette forme paraît correspondre assez exactement à la description et à la figure que Cotteau donne de *Cidaris Martini* (COTTEAU. Pal. franç., loc. cit.). Par la longueur de la collerette et par la forme des granules de la tige qui sont légèrement spiniformes et tendent à s'aligner verticalement, nos échantillons rappellent les caractères des radioles du *Miocidaris Lorioli* LAMBERT et THIERRY (LAMB. et THIERRY. Essai de nomenclature raisonnée des Échinides; fasc. II, p. 128, pl. 1, fig. 1-10), espèce assez voisine de *Miocidaris Martini* COTTEAU, et que ces auteurs considèrent également comme hettangienne.

Au point de vue générique, cette espèce a été classée par Lambert et Thierry dans le genre *Miocidaris* DÖDERLEIN (LAMBERT et THIERRY, loc. cit.).

Répartition stratigraphique. — Cotteau cite cette espèce dans le Sinémurien; Lambert et Thierry la considèrent comme nettement hettangienne.

Cette espèce a été signalée dans l'Infralias de la Meurthe-et-Moselle (zone à *S. angulata*). Martin la mentionne dans l'Infralias de la Côte-d'Or (zone à *P. planorbis*).

MONTLIVALTIA GUETTARDI BLAINVILLE

Pl. XVII; fig. 11, 11 a, 11 b.

1830. *Montlivaultia Guettardi* BLAINVILLE. Dictionnaire des sciences naturelles, t. LX, p. 302.

1853. — — BLAINVILLE. — CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains jurassiques du Luxembourg, p. 264, pl. xxxviii, fig. 6.

1903. *Stylophyllopsis Haimei* CHAPUIS et DEWALQUE. — VON BISTRAM. Lias der Val Solda, p. 80, pl. vi, fig. 13-17.

Polypier simple, de forme assez variable, tantôt conique, tantôt plus ou moins déprimé, rarement cylindro-conique.

Épithèque épaisse, fortement ridée et couverte de bourrelets concentriques s'étendant jusqu'au bord du calice. Le calice est circulaire, le plus souvent concave et à bords minces; les cloisons sont assez minces; elles vont en diminuant d'épaisseur du centre à la périphérie; elles sont dentelées et crénelées surtout vers le milieu de leur longueur et un peu arquées, ayant leur maximum d'élévation vers le milieu de leur longueur. Ces cloisons sont au nombre de 80 à 90 environ sur l'échantillon de plus grand diamètre.

Dimensions. — Diamètre : 24 mm. 18 mm. 11 mm.
Hauteur : 6 mm. 11 mm. 5 5 mm. 5

Rapports et différences. — Cette espèce, dont la hauteur du calice paraît être essentiellement variable, nous a semblé devoir être rapprochée de *Montlivaultia Guettardi* BLAINVILLE, telle que l'ont décrite Chapuis et Dewalque (CHAPUIS et DEWALQUE. *Descript. des fossiles des terrains jurassiques du Luxembourg*; p. 264, pl. xxxviii, fig. 6).

Notre espèce paraît également très voisine de ce Polypier que von BISTRAM a signalé et décrit dans l'Infralias du Val Solda sous le nom de *Stylophyllopsis Haimei* CHAPUIS et DEWALQUE. (VON BISTRAM. *Lias der Val Solda*, p. 80, pl. vi, fig. 13-17). Nous ferons remarquer ici que cette forme décrite et figurée par von BISTRAM paraît être bien plus voisine de *Montlivaultia Guettardi* BLAINV., que de *Montlivaultia Haimei* CHAPUIS et DEWALQUE.

Enfin par la forme variable de son calice, par le nombre des cloisons, par leur épaisseur et la présence sur ces dernières de denticulations et de crénelures, ce Polypier présente certaines affinités avec *Montlivaultia polymorpha* TERQ. et PIETTE (TERQUEM et PIETTE. *Lias inférieur. M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 127, pl. xvi, fig. 17-21), espèce caractéristique, d'après ces auteurs, de la zone intermédiaire entre l'assise à *S. angulata* et celle à *A. bisulcatus*.

Montlivaultia sinemuriensis D'ORB. de la zone à *A. Moreanus* de l'Infralias de la Côte-d'Or (MARTIN. *Côte d'Or. M. S. G. F.*, (2), VII, p. 92, pl. vii, fig. 21-25) est aussi une forme voisine de la nôtre.

Répartition stratigraphique. — Chapuis et Dewalque signalent cette espèce comme étant assez fréquente dans les marnes infraliasiques de Jamoigne.

MONTLIVAUTIA HAIMEI CHAPUIS ET DEWALQUE

Pl. XVII; fig. 12, 12a.

1853. *Montlivaultia Haimei* CHAPUIS et DEWALQUE. — CHAPUIS et DEWALQUE. *Description des fossiles des terrains jurassiques du Luxembourg*, p. 263, pl. xxxviii, fig. 5.

Polypier simple, discoïde, déprimé; épithèque assez mince, presque plane et même très légèrement concave à la partie inférieure, ornée de rides concentriques s'étendant jusqu'aux bords du calice qui est subcirculaire et très légèrement convexe. Les cloisons sont plus nombreuses, plus minces et plus serrées que dans l'espèce précédente; elles sont à bord crénelé, elles vont en augmentant très légèrement d'épaisseur à partir du centre jusqu'au quart environ de leur longueur, et de là elles vont ensuite en s'amincissant jusque vers la périphérie, où les cloisons de tous les cycles sont à peu près de même largeur. Les cloisons débordent très légèrement à la périphérie sur le bord du calice. Les cloisons paraissent être au nombre de 160 à 170 environ sur l'échantillon que nous avons figuré ici.

Dimensions. — Diamètre : 22 mm. à 26 mm.
Hauteur : 4 mm. à 5 mm.

Rapports et différences. — Cette espèce possède des caractères qui répondent assez bien à la description qu'ont donnée Chapuis et Dewalque de *Montlivaultia Haimeï* (CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains jurassiques du Luxembourg; p. 263, pl. xxxviii, fig. 5).

Elle présente également certaines affinités communes avec la forme précédente, mais elle en diffère par sa forme très aplatie, par son calice à peu près plan, et ses cloisons plus nombreuses, plus fines, plus serrées et débordant très légèrement sur les bords du calice, qui est faiblement subconvexe.

Répartition stratigraphique. — Chapuis et Dewalque citent cette espèce dans les marnes infraliasiques de Jamoigne.

Conclusions

L'âge hettangien de cette faune est amplement démontré :

1° Par les relations stratigraphiques des assises qui la renferment, et en particulier par la situation de ces dernières par rapport à l'horizon à *Arietites rotiformis*.

2° Par les nombreuses espèces de Gastropodes et de Pélécy-podes qu'elle comprend et dont presque toutes celles connues ont été signalées à ce niveau dans de nombreuses régions et particulièrement dans le bassin anglo-parisien.

En effet, les nombreuses espèces décrites dans cette monographie ont toutes été recueillies dans une assise formée par un complexe de marnes argilo-gréseuses feuilletées, blanchâtres et jaunâtres, intercalées de petits bancs argilo-calcaires blanchâtres subcraeyeux à la base et de lits de calcaires sableux jaunâtres friables au sommet.

Or, cette assise fossilifère, dont l'épaisseur est d'environ 2 m. 50 à 3 m., renferme dans sa partie supérieure *A. rotiformis* Sow. et est surmontée directement par le Sinémurien proprement dit (zone à *A. Bucklandi* et à *Liogryphæa arcuata*).

D'autre part, elle surmonte une assise de calcaires en bancs assez durs et épais (1 m. 50 environ), à la base de laquelle se montre un banc de calcaire en plaquettes renfermant en abondance *Ostrea sublamellosa* DUNKER, fossile caractéristique, d'après Dumortier et différents auteurs, de la zone à *Psiloceras planorbis* de l'Hettangien inférieur.

Les assises caractérisées par la faune que nous venons de décrire représentent donc sans conteste l'Hettangien supérieur, ; les bancs supérieurs, qui renferment *Arietites rotiformis* et quelques rares Gryphées d'une forme un peu différente de *Liogryphæa arcuata* type, appartiennent sans doute déjà à la base du Sinémurien et constituent en quelque sorte une zone de transition entre l'Hettangien et le Sinémurien proprement dit.

Le niveau qu'occupe ici la zone à *A. rotiformis* n'est du reste pas spécial à cette région ; c'est sensiblement à ce niveau stratigraphique qu'elle a été signalée dans des régions bien différentes. Reynès cite *A. rotiformis* dans les assises à *A. Bucklandi* ; Quenstedt dans le Lias α ; Wähler dans les calcaires jaunes infraliasiques (calcaires à *Arietites* proprement dits) de Enzesfeld dans les Alpes autrichiennes, où elle est associée avec quelques *Schlotheimia*. Thiriet la cite à la base du niveau à *A. Bucklandi*. Collenot, dans l'Auxois, place les couches à *A. rotiformis* dans la zone la plus inférieure du Sinémurien, zone à *A. Scipionanus*, c'est-à-dire au-dessous de l'horizon à *A. Bucklandi*. H. Joly signale *A. rotiformis* dans les sables de Metzert (Luxembourg belge) dans la zone à *Schlotheimia angulata*. Enfin dans l'Apennin ligure, aux environs de la Spezzia, *A. rotiformis* a été rencontrée dans les calcaires à *Schlotheimia angulata*. D'une façon générale il semble en effet bien ressortir que *A. rotiformis* se rencontre d'une part dans la zone à *Schlotheimia angulata*, et plus particulièrement au sommet de celle-ci, d'autre part dans les assises à *A. Bucklandi*, plutôt à la base de ces dernières.

Il semble donc bien que les couches à *A. rotiformis* représentent un horizon intermédiaire entre la zone à *Schlotheimia angulata* et celle à *A. Bucklandi*.

Le fait, que nous venons de constater ici, a du reste été mis en lumière par M. Haug, qui, dans son remarquable traité, cite *A. rotiformis* entre la zone à *Schlotheimia angulata* et celle à *A. Bucklandi* et considère *A. rotiformis* comme appartenant à l'ho-

rizon le plus inférieur du Sinémurien. Cette dernière conception se trouve encore vérifiée ici par ce fait que, si la presque totalité des espèces appartenant à ces assises fossilifères sont nettement hettangiennes, quelques-unes ont des affinités déjà sinémuriennes.

Nous pouvons donc conclure qu'ici, comme du reste dans d'autres régions, l'Hettangien supérieur semble difficilement séparable des assises inférieures du Sinémurien, ou tout au moins que l'on se trouve un peu embarrassé pour tracer une limite bien nette entre ces deux étages.

Toutefois, il nous paraît assez vraisemblable d'admettre que l'assise fossilifère, qui nous intéresse ici, appartient, pour les deux tiers inférieurs à la zone à *Schlotheimia angulata* de l'Hettangien supérieur et, pour le tiers supérieur, à l'horizon à *Arietites rotiformis* du Sinémurien inférieur.

Les considérations paléontologiques sur l'ensemble de la faune qui nous intéresse nous conduisent également à des conclusions identiques. En effet, les nombreuses espèces de Gastropodes et de Pélécy-podes qu'elle renferme, ont été signalées la plupart dans la zone à *Schlotheimia angulata* de l'Hettangien, et quelques-unes seulement à la fois dans l'Hettangien et le Sinémurien, dans les divers gisements infraliasiques étudiés et particulièrement dans ceux du bassin anglo-parisien.

9 espèces ont été signalées dans l'Infralias du Mont-d'Or (Rhône).

<i>Striactæonina Buvigneri</i> TER- QUEM.	<i>Promathildia (Clathrobaculus)</i> <i>chorda</i> DUMORTIER.
<i>Striactæonina sinemuriensis</i> MAR- TIN.	<i>Zygopleura verrucosa</i> TERQUEM.
<i>Ovactæonina Heberti</i> PIETTE.	<i>Bourguetia Deshayesea</i> TERQUEM.
<i>Promathildia rhodana</i> MARTIN.	<i>Eucyclus triplicatus</i> MARTIN.
	<i>Mytitlus Soppanii</i> DUMORTIER.

11 espèces dans l'Infralias de la Côte-d'Or :

<i>Striactæonina sinemuriensis</i> MAR- TIN.	<i>Promathildia Humberti</i> MARTIN.
<i>Ovactæonina Heberti</i> PIETTE.	<i>Eucyclus triplicatus</i> MARTIN.
<i>Procerithium Henrici</i> MARTIN.	<i>Eucyclus tricarinatus</i> MARTIN.
<i>Procerithium Dumortieri</i> MARTIN.	<i>Eucyclus Andleri</i> MARTIN.
<i>Promathildia semele</i> D'ORB.	<i>Cardinia quadrangularis</i> MARTIN.
	<i>Miocidaris Martini</i> COTTEAU.

23 espèces dans l'Infralias du Luxembourg et la Lorraine :

<i>Arietites rotiformis</i> SOW.	<i>Promathildia semele</i> D'ORB.
<i>Striactæonina Buvigneri</i> TERQUEM.	<i>Promathildia grata</i> TERQUEM et PIETTE.
<i>Ovactæonina Heberti</i> PIETTE.	<i>Promathildia chorda</i> DUMORTIER.
<i>Cylindrobullina arduennensis</i> PIETTE.	<i>Trelospira obliqua</i> TERQUEM.

<i>Zygopleura verrucosa</i> TERQUEM.	<i>Cardinia crassissima</i> SOW.
<i>Zygopleura morencyana</i> TERQUEM et PIETTE.	<i>Cardinia hybrida</i> SOW.
<i>Cœlostylina morencyana</i> PIETTE.	<i>Lucina arenacea</i> TERQUEM.
<i>Bourguetia Deshayesea</i> TERQUEM.	<i>Lucina exigua</i> TERQUEM.
<i>Pleurotomaria rotellæformis</i> DUNKER.	<i>Pentacrinus tuberculatus</i> MILLER.
<i>Pleurotomaria jamoignaca</i> TER- QUEM et PIETTE.	<i>Miocidaris Martini</i> COTTEAU.
<i>Lima gigantea</i> SOW.	<i>Montlivaultia Guettardi</i> BLAIN- VILLE.
	<i>Montlivaultia Haimeii</i> CHAPIUS et DEWALQUE.

8 espèces dans l'Infralias de la Vendée :

<i>Cylindrobullina arduennensis</i> PIETTE.	<i>Ampullospira infraliasica</i> COS- SMANN.
<i>Endiatœnia Terquemi</i> COSSMANN.	<i>Cœlostylina morencyana</i> PIETTE.
<i>Promathildia semele</i> D'ORB.	<i>Eucyclus tectiformis</i> COSSMANN.
<i>Zygopleura subnodosa</i> D'ORB.	<i>Astarte Chartroni</i> COSSMANN.

4 espèces dans l'Infralias des Alpes de l'Italie septentrionale (Val Solda) :

<i>Striactœonina Buvigneri</i> TER- QUEM.	<i>Cœlostylina morencyana</i> PIETTE.
<i>Promathildia Terquemi</i> VON BIS- TRAM.	<i>Bourguetia Deshayesea</i> TERQUEM.

Enfin quelques espèces sont communes à la fois à l'Hettangien et au Sinémurien :

<i>Ovactœonina Heberti</i> PIETTE.	<i>Zygopleura morencyana</i> TERQ. et PIETTE.
<i>Cylindrobullina arduennensis</i> PIETTE.	<i>Pleurotomaria jamoignaca</i> TERQ. et PIETTE.
<i>Promathildia semele</i> D'ORB.	<i>Lima gigantea</i> SOW.
<i>Promathildia grata</i> TERQ. et PIETTE.	<i>Pentacrinus tuberculatus</i> MILLER.

A ces nombreuses espèces connues, qui, pour la presque totalité, sont nettement hettangiennes, viennent s'ajouter 10 espèces nouvelles, dont une appartient au genre *Promathildia*, une au genre *Angularia*, une au genre *Tretospira*, une au genre *Zygopleura*, une au genre *Stephanocosmia*, une au genre *Rigauxia*, une au genre *Cœlostylina*, une au genre *Pleurotomaria*. Enfin deux genres : *Angularia* et *Stephanocosmia*, jusqu'ici considérés comme exclusivement localisés dans le Trias, sont représentés dans cette faune hettangienne.

Enfin, nous terminerons en faisant remarquer que la présence de Cardinies bien typiques et abondantes, de nombreux Gastropodes presque tous essentiellement littoraux et de quelques Polypiers donne à cette faune un cachet semi-néritique assez accusé, qui, du reste, est la règle générale à ce niveau, notamment sur presque toute la bordure et le pourtour du bassin anglo-parisien.

Répartition géographique des espèces décrites.

Nivernais méridional	Mont-d'Or lyonnais	Côte-d'Or	Luxembourg Lorraine	Vendée	Alpes méridionales Val Souda
<i>Arietites rotiformis</i> Sow.			+		
<i>Ægoceras</i> sp.					
<i>Striactæonina Buvigneri</i> TERQ.	+		+		+
<i>Striactæonina sinemuriensis</i> MART.	+	+			
<i>Ovactæonina Heberti</i> PIETTE.	+	+	+		
<i>Cylindrobullina arduennensis</i> PIETTE.			+	+	
<i>Endiatænia Terquemi</i> COSSMANN.				+	
<i>Procerithium Henrici</i> MARTIN.		+			
<i>Procerithium Dumortieri</i> MARTIN.		+			
<i>Promathildia semele</i> D'ORB.		+	+	+	
<i>Promathildia Terquemi</i> VON BIS- TRAM.					+
<i>Promathildia grata</i> TERQ. ET PIETTE.			+		
<i>Promathildia rhodana</i> MARTIN.	+				
<i>Promathildia Humberti</i> MARTIN.		+			
<i>Promathildia bicarinata</i> n. sp.					
<i>Promathildia chorda</i> DUMORTIER.	+		+		
<i>Angularia nivernensis</i> n. sp.					
<i>Tretospira azyensis</i> n. sp.					
<i>Tretospira obliqua</i> TERQUEM.			+		
<i>Zygopleura subnodosa</i> D'ORB.				+	
<i>Zygopleura carinifera</i> n. sp.					
<i>Zygopleura verrucosa</i> TERQUEM.	+		+		
<i>Zygopleura morencyana</i> TERQ. et PIETTE.			+		
<i>Stephanocosmia nodulosa</i> n. sp.					
<i>Rigauxia gracilis</i> nov. sp.					
<i>Cælostylina morencyana</i> PIETTE.			+	+	+
<i>Cælostylina ventricosa</i> n. sp.					
<i>Bourguetia Deshayesea</i> TERQ.	+		+		+

Nivernais méridional	Mont-d'Or lyonnais.	Côte-d'Or	Luxembourg Lorraine	Vendée	Alpes méridionales Val Soida
<i>Ampullospira infraliasica</i> COSSMANN.				+	
<i>Eucyclus triplicatus</i> MARTIN.....	+	+			
<i>Eucyclus tricarinalus</i> MARTIN.....		+			
<i>Eucyclus tectiformis</i> COSSMANN.....				+	
<i>Eucyclus Andleri</i> MARTIN.....		+			
<i>Pleurotomaria rotellæformis</i> DUNK.			+		
<i>Pleurotomaria jamoignaca</i> TERQ. et PIETTE.....			+		
<i>Pleurotomaria planispira</i> n. sp...					
<i>Liogryphæa</i> sp.....					
<i>Lima gigantea</i> Sow.....			+		
<i>Mytilus Stoppanii</i> DUMORTIER.....	+				
<i>Cardinia crassissima</i> Sow.....			+		
<i>Cardinia quadrangularis</i> MARTIN...		+			
<i>Cardinia hybrida</i> Sow.....			+		
<i>Astarte Chartroni</i> COSSMANN.....				+	
<i>Lucina arenacea</i> TERQUEM.....			+		
<i>Lucina exigua</i> TERQUEM.....			+		
<i>Pentacrinus tuberculatus</i> MILLER...			+		
<i>Montlivaultia Guettardi</i> BLAINV. ...			+		
<i>Montlivaultia Haimeii</i> CHAP. et DEWAL- QUE.....			+		
<i>Miocidaris Martini</i> COTTEAU.....		+	+		
49 espèces, dont 10 nouvelles.....	9	11	23	8	4

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS AYANT SERVI DE RÉFÉRENCES
DANS CETTE MONOGRAPHIE¹

- 1812-1829. J. SOWERBY. The mineral conchology of Great Britain.
1842. E. DESLONGCHAMPS. Note sur les Mélanidés fossiles du Calvados.
1847. DUNKER. Über die in dem Lias bei Halberstadt vorkommenden Vers-teinerungen. *Palæontographica* ; t. I.
1853. CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secon-daires de la province du Luxembourg. *Mémoires couronnés par l'Académie royale de Belgique* ; t. XXV.
1855. O. TERQUEM. Paléontologie de l'étage inférieur de la formation lia-sique de la province du Luxembourg et de Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V.
- 1855-1856. E. PIETTE. Notice sur les grès d'Aiglemont et de Rimogne. *B. S. G. F.*, (2), XIII.
1858. QUENSTEDT. Der Jura.
1859. J. MARTIN. Paléontologie stratigraphique de l'Infralias du départe-ment de la Côte-d'Or. *M. S. G. F.* (2), VII.
1859. J. MARTIN. Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance inobservée jusqu'ici entre l'animalisation du Lias infé-rieur proprement dit et celle des grès d'Hettange et de Luxem-bourg. *B. S. G. F.*, (2), XVI.
1864. E. DUMORTIER. Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône ; t. I.
1864. LEVALLOIS. Les couches de jonction du Trias et du Lias dans la Normandie. Thèse de doctorat. Paris.
1864. E. DESLONGCHAMPS. Étude sur les étages jurassiques inférieurs de la Lorraine et de la Souabe ; leur continuité de l'Ardenne au Mor-van. Les grès dits infraliasiques, le bone-bead, l'arkose, la zone à *Avicula contorta*. *B. S. G. F.*, (2), XXI.
1865. TERQUEM ET PIETTE. Le Lias inférieur de l'Est de France. *M. S. G. F.*, (2), VIII.
1867. GIOVANNI CAPELLINI. Fossili infraliassici dei diutorni del golfo della Spezia. *M. Acc. Sc. Inst. Bologna.* (2), V.
1869. L. DIEULAFAIT. Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'Infralias dans le Sud-Est de la France. *Annales des Sciences géologiques*, I.
1873. J. COLLENOT. Description géologique de l'Auxois. 4 vol. in 8°. Semur.
1876. J. HENRY. Étude stratigraphique et paléontologique de l'Infralias de la Franche-Comté. Thèse de doctorat. Besançon. 1 vol. in 4°.
1876. E. PELLAT. Zone à *Avicula contorta*. Infralias et Lias inférieur de Mazenay. *B. S. G. F.*, (3), IV.
1879. RÉYNÈS. Monographie des Ammonites.
1883. QUENSTEDT. Die Ammoniten des schwabischen Jura. Stuttgart.
1891. FRANZ WÄHNER. Beiträge zur Kenntniss der tieferen zonen des unte-ren Lias in den nordöstlichen Alpen. In *Beiträge zur Paläontologie österreich-Ungarns und des Orients* ; t. II, p. 71, etc.
1894. A. THIRIET. Recherches géologiques sur le Lias de la bordure sud-

1. L'étude paléontologique, que renferme cette note, a été effectuée au Labo-ratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

- ouest du massif ardennais. Thèse de doctorat. Paris, 1 vol. in-8°. Charleville.
- 1893-1898. M. COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques. Étude sur les Gastropodes. *M. S. G. F., Pal.* ; V et VIII.
1902. COSSMANN ET CHARTRON. Note sur l'Infralias de la Vendée et des Deux-Sèvres (Gastropodes). *B. S. G. F.*, (4), II, p. 163-203, pl. III-IV.
1903. COSSMANN. Note sur l'Infralias de la Vendée et des Deux-Sèvres (*suite*) (Pélécypodes). *B. S. G. F.*, (4), III, p. 497-544, pl. XVI-XVIII.
1903. P. CHOFFAT. L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. *Communications, Serv. geol. de Portugal* ; V, p. 49-114.
1903. A. FREIHERR VON BISTRAM. Beiträge zur Kenntniss der Fauna des unteren Lias in der Val Solda *Bericht. der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg*. I, XIII, p. 116-214, pl. I-VIII.
1903. J. WELSCH. Étude des terrains du Poitou dans le détroit poitevin et sur les bords du massif ancien de la Gatine. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 797-881.
1907. M. COSSMANN. Note sur l'Infralias de Provençères-sur-Meuse.
1907. R. NICKLÈS. Hettangien et Sinémurien du Mas du Pré, près de Nant. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 589-595.
1908. H. JOLY. Études géologiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du bassin de Paris. Thèse de doctorat. Nancy 1 vol. in-4°.

SUR QUELQUES TRILOBITES DU DÉVONIEN DE BOLIVIE

PAR J. Groth¹.

PLANCHES XVIII et XIX.

M. Dereims a bien voulu me confier l'étude de quelques-uns des Trilobites qu'il a rapportés de Bolivie. Ils proviennent des couches de Gandelaria et Icla dont la faune a été étudiée en détail par Ulrich² et par Knod³ d'après les documents recueillis par Steinmann.

Ces deux auteurs ont signalé les grandes analogies que présente cette faune dévonienne d'une part avec celles de l'Oriskany et de l'Helderberg, de l'autre avec la faune brésilienne du Mae-curu, celle des Falkland et enfin avec celle des Bokkeveld beds dans l'Afrique du Sud.

Comme ils l'ont fait remarquer, la présence dans les schistes d'Icla d'*Acastes* et de *Cryphæus* à forme très bombée (*Cryphæus convexus* ULRICH) rend cette analogie avec l'Afrique australe particulièrement frappante. La découverte à Icla du *Cryphæus Dereimsi* qu'on peut rapprocher du groupe de *Cryphæus Africanus* SALTER ne fait que confirmer cette idée.

Le niveau d'Icla appartient au Dévonien inférieur et correspond à l'Helderberg group des États-Unis. Cependant la présence de *Phacops Rana* GREEN vient à l'appui de l'opinion d'Ulrich qui voyait des analogies entre cette faune et celle d'Hamilton.

M. Dereims a bien voulu me communiquer quelques notes qui précisent la position stratigraphique de la zone fossilifère :

« Les couches de Candelaria et Icla sont formées de schistes fissiles, avec bancs calcarifères épais de 5 cm. à 6 cm. très fossilifères; les fossiles se trouvent toujours dans de petits nodules.

Elles sont surmontées par des schistes gréseux à Conulaires alternant avec des grès blanchâtres à cloisons ferrugineuses et reposent sur des schistes gréseux et des grès tendres. La direction générale des strates est E.S.E.-W.N.W. avec inclinaison S.-S.W. voisine de 45°. Cet ensemble forme une bande continue

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1912.

2. ULRICH. Palaeozoische Verstein aus Bolivien 1892. *Beitr. zur Geol. u. Palæontologie von Süd-America herausgegeben v. Steinmann.*

3. KNOD. Devon. Faunen Boliviens 1908. *Beitr. zur Geologie u. Palæontologie von Süd Amerika herausgegeben v. Steinmann.*

dont la direction est celle de la Cordillera Real. A l'Ouest il repose sur le Silurien supérieur bien développé dans la région de Sucre où les grès de Yotala sont assez riches en Graptolites. A l'Est, les schistes de Caudelaria et d'Icla forment une série de plis qui font souvent réapparaître les assises fossilifères notamment aux environs de Tomina ».

CRYPHÆUS DEREIMSI n. sp.

Pl. XVIII, fig. 1-3.

Nous ne connaissons de cette espèce que des pygidium trouvés par M. Dereims à Candelaria et à Icla.

Le pygidium, subtriangulaire, présente un axe médian fortement bombé. Le limbe est orné de cinq épines latérales et une médiane dépassant à peine les autres. La forme générale est très renflée. Les deux sillons qui limitent latéralement l'axe du pygidium convergent d'abord en formant un angle assez ouvert. Puis, à partir du sixième anneau, ils deviennent presque parallèles. Cette particularité, la forme générale, constituent des analogies frappantes avec les pygidium isolés à limbe non conservé décrits par Ulrich comme appartenant au *Cryphæus convexus* dont il figurait en même temps la glabelle. Depuis Knod en décrivant un échantillon complet d'*Acaste convexa* montra que les pygidium figurés par Ulrich ne pouvaient appartenir à cette espèce. Nous croyons, bien que leur bordure ne soit pas connue, pouvoir les rapporter à la nôtre.

Cryphæus Dereimsi se différencie de *C. giganteus* ULRICH par son contour et l'absence d'épine médiane nette chez cette dernière espèce.

Mais l'espèce décrite présente de grandes analogies avec le groupe de *Phacops ocellus* LAKE¹ dont elle se rapproche par le bombement du pygidium et les sillons qui en divisent les plèvres. Cependant les côtes de l'axe sont plus nombreuses que celles de *P. ocellus*, l'épine médiane est mieux indiquée que chez *Cryphæus africanus* SALTER². Ce groupe est assez différent des formes typiques de *Cryphæus* pour que Lake ait indiqué la possibilité d'en faire un nouveau sous-genre. Ce rapprochement est donc une analogie de plus entre les faunes de l'Amérique du Sud et celles de l'Afrique Australe.

1. LAKE. Trilobites of the Bokkeveld beds. *Ann. South Afr. Mus.*, vol. IV, 1904.

2. SALTER. *DESCR. of Palæozoic Crustacea and Radiata from South Africa. Trans. geol. Soc. London*, [2], vol. VII, 1866, p. 218.

CRYPHÆUS (ACASTE) CONVEXA ULRICH.

Pl. XVIII, fig. 4, 4a; pl. XIX, fig. 1.

Cryphæus convexus ULRICH. Palæozoische Verstein. aus Bolivien, 1892, p. 16, pl. 1.

Acaste convexa KNOD. Devonische Faunen Boliviens, 1908, pl. XXI. *Neues Jahrb. f. Mineralogie Beilageband*, XXV.

Je rapporte à cette espèce des échantillons trouvés par M. Dereims à Icla et à Caudelaria et qui présentent tous les caractères de l'espèce d'Ulrich : la glabelle fortement renflée présente des sillons dorsaux et latéraux profonds. Le lobe frontal est orné d'une fossette placée l'arrière. Le sillon occipital est profond. Les plèvres, profondément sillonnées, semblent se terminer en pointes ce qui serait une analogie avec *Phacops (Calymene) Verneuili* D'ORBIGNY de Bolivie.

Comme le fait remarquer Ulrich, cette espèce se rapproche de *Dalmanites australis* CLARKE par sa tête fortement bombée. Mais, chez *Acaste convexa*, le troisième lobe de la glabelle n'a pas la forme d'un anneau et les yeux n'arrivent pas à la hauteur du sommet de la glabelle comme dans l'espèce de Clarke. Enfin *Dalmanites australis* ne semble pas posséder d'impression auxiliaire sur la glabelle.

Acaste convexa se rapproche de *Cryphæus africanus* SALTER par sa grande taille, sa forme très bombée. Mais, chez l'espèce Américaine, les sillons latéraux de la glabelle sont plus profonds, la glabelle présente une impression auxiliaire et le pygidium est dépourvu d'épines.

PHACOPS RANA GREEN

Pl. XIX, fig. 2, 2a.

Phacops Rana GREEN. *Monogr. of Amer. Tril.*, 1832, p. 42.

Un exemplaire provenant d'Icla présente tous les caractères de l'espèce nord-américaine. Il est caractérisé par l'absence de pointes génales, la glabelle à contour presque pentagonal et couverte de tubercules, le pygidium dont l'axe d'ailleurs mal conservé atteint le bord postérieur.

Cette forme qui n'avait pas encore été signalée en Bolivie se rencontre dans le Hamilton group aux États-Unis.

PHACOPS sp.

Pl. XIX, fig. 3.

J'ai entre les mains un échantillon assez mal conservé provenant d'Icla. Le pygidium a un contour arrondi. L'axe présente

huit segments et les plèvres sont ornées de légers sillons. Ce dernier caractère pourrait peut-être rapprocher cette forme du *Phacops cristata* HALL. Mais l'axe du thorax, mal conservé d'ailleurs, ne semble pas posséder la rangée d'épines qui caractérise cette dernière espèce.

DALMANITES MAECURUA CLARKE

Pl. XIX, fig. 4.

1896. *Dalmanites Maecurua* CLARKE. As Trilob. do grez de Erere e Maecuru Estado de Para. Brazil, pl. II.

1908. *Dalmanites Maecurua* KNOD. Dev. Faunen Boliviens, 1908, pl. XXI. *Neues Jahrb. f. Mineralogie*, Beilage band XXV.

Je rapporte à cette espèce un fragment de pygidium trouvé à Icla par M. Dereims. Il est caractérisé par sa grande taille, le faible relief de l'axe, les larges sillons qui séparent les côtes. Ce dernier caractère le distingue de *Dalmanites Clarkei* ULRICH,

Le nombre des segments, la forme très peu bombée de ce pygidium constituent quelques analogies avec *Dalmanites coxius* CLARKE du Dévonien inférieur de l'Amérique du Nord. Mais il s'en différencie nettement par sa grande taille, la forme de l'axe du pygidium, son test qui semble moins finement granulé.

Il présente également quelques rapports avec *Dalmanites anchiops* GREEN du Schoharie grit.

Enfin, par ses larges côtes, ce pygidium rappelle un *Dalmanites* indéterminé figuré par Lake et provenant des Bokkeveld beds de l'Afrique australe. Mais, dans l'espèce africaine, les sillons sont presque interrompus au milieu de l'axe et les plèvres sont recourbées vers l'avant.

Je compte compléter ultérieurement cette courte note en décrivant d'autres échantillons rapportés de Bolivie par M. Dereims. Mais le résultat de cette première étude est d'affirmer davantage encore les affinités de la faune d'Icla avec les faunes du Dévonien inférieur de l'Amérique du Nord et de l'Afrique australe.

SUR LA TERMINAISON OCCIDENTALE DU SYNCLINAL DE LA BRÈCHE-AU-DIABLE (CALVADOS)

PAR **A. Bigot** ¹

Le synclinal de la Brèche-au-Diable ou d'Urville a déjà été l'objet de plusieurs travaux ² et en dernier lieu d'une note de M. Lucien Cayeux ³, dont les conclusions sont d'une très grande importance pratique pour l'avenir des exploitations minières de ce bassin.

Des observations dont la plupart sont déjà anciennes me permettent de compléter la description de la partie occidentale de ce synclinal.

La terminaison du synclinal d'Urville vers l'Ouest correspond à la région du Cinglais ⁴, c'est-à-dire à un plateau d'assises de Lias, de Bajocien, de Vésulien, en partie décalcifiées, superposé à un plateau constitué par les terrains primaires. Ces terrains primaires forment, sous le Jurassique de Cinglais, au Sud, le bord nord du synclinal silurien de la zone bocaine, et au Nord le synclinal d'Urville, séparés par l'anticlinal précambrien d'Harcourt. Le manteau jurassique du Cinglais s'étend encore sur une partie de l'anticlinal de Fresnay-le-Puceux, qui limite au Nord le synclinal d'Urville.

La vallée de la Laize qui limite le Cinglais à l'Est ayant dépassé partout la base des terrains jurassiques permet d'établir la coupe complète du synclinal déjà étudiée par MM. Renault et Le Cornu ; la construction d'un chemin de fer minier reliant la concession de Saint-Germain-le-Vasson aux tramways du Calvados a fourni sur l'allure du Grès de May de la bande d'Urville des indications qui ont été interprétées par M. Cayeux pour préciser la structure du bassin.

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1912.

2. RENAULT (Ch.). Étude stratigraphique du Cambrien et du Silurien dans les vallées de l'Orne et de la Laize. *B. Soc. linn. Norm.*, (3), t. VII, pp. 16-18, 1 pl. et p. 38-62, 1883.

LECORNU (L.). Sur le bassin silurien de la Brèche-au-Diable. *B. Soc. linn. Norm.*, (4), t. IV, p. 49-56, 1 pl., 1894.

MASSE (René). Contribution à l'étude géologique des gîtes minéraux de la Normandie. *Ann. Mines*, (10), t. I, p. 581-608, 2 pl., 1902.

3. CAYEUX (Lucien). Sur la structure du synclinal d'Urville. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, séance du 14 octobre 1912.

4. A. BIGOT. Note sur la géologie du Pays de Cinglais. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 2 juin 1904.

Plusieurs petites vallées parcourues par les affluents de la rive gauche de la Laize entament à l'W. le plateau Jurassique et fournissent des coupes partielles du flanc nord du synclinal d'Urville. Enfin tout à fait à l'W., l'extrémité du synclinal déborde la limite du Jurassique à l'origine des vallées de Saint-Laurent de Condé et de Boulon.

Nous rappellerons d'abord que, dès 1890, M. Le Cornu avait montré que les diverses bandes de grès perçant le Jurassique entre la Laize et la Dives appartiennent à un synclinal qu'il a désigné sous le nom de synclinal de la Brèche-au-Diable ; ce synclinal a la forme d'une ellipse allongée dont le grand axe est aligné W. 20° N., fermée plus ou moins régulièrement vers Perrières et les Moutiers-au-Cinglais, rétrécie et comprimée à l'E. du Laizon. Cette structure a été confirmée par les travaux de recherches du minerai de fer ordovicien poursuivis depuis cette époque et qui ont été inspirés par cette structure.

La note récente de M. L. Cayeux a signalé l'existence dans le Grès de May d'Urville d'un anticlinal qui, à la traversée de la vallée de la Laize tout au moins, décompose le synclinal en deux plis secondaires, l'un peu développé, synclinal d'Urville, l'autre beaucoup plus étendu, synclinal de Saint-Germain-le-Vasson.

		<i>Flanc nord</i>	<i>Flanc sud</i>
GOThLANDIEN.	Ampélites (S ³).	Bande du moulin de Roinel.	
ORDOVICIEN.	Schistes supérieurs..... S ^{2d}	Bande d'Urville. Bande d'Outre-Laize.	Bande de Saint-Germain-le-Vasson.
	Grès de May... S ^{2c}		Bande du M ⁿ de Saint-Germain. Bande de la Fontaine-des-Rochers
	Schistes d'Angers..... S ^{2b}		
	Grès armoricain..... S ^{2a}		
CAMBRIEN.	Schistes de Saint-Rémy... S ^{1c'}	Bande de Gouvix.	Bande de la Folie.
	Grès feldspathiques..... S ^{1c}	Bande de Bretteville.	Bande du Pont-de-Flais.
	Schistes et marbres..... S ^{1b}	Bande de Jacob-Mesnil.	Bande de Moulins.
	Conglomérats pourprés..... S ^{1a}	Bande de Rocreux.	Bande du M ⁿ de Bray.

Le remplissage de cette cuvette synclinale est formé par une série d'assises qui commencent avec les conglomérats de base du Cambrien et se terminent avec les ampélites gothlandiennes. Le synclinal est formé entièrement dans le Cinglais par des assises siluriennes. Dans sa partie la plus élargie et la plus profonde, c'est-à-dire dans la vallée de la Laize, le Gothlandien occupe l'axe du pli.

L'affleurement de ces assises dans les vallées de Cinglais et sous le manteau secondaire forme une série de bandes que nous décrirons successivement et qui peuvent être groupées de la façon suivante (tableau p. 610).

Bande de Rocreux S^{1a}. — Cette bande, formée par les poudingues de la base du Cambrien, affleure dans la vallée de la Laize au N. de Jacob-Mesnil. Elle débute par un gros banc de poudingues qui forme sur la rive droite de la Laize la crête rocheuse de Rocreux. Le poudingue est à gros éléments, atteignant fréquemment la grosseur du poing. Ses galets sont des grès rouges du Précambrien et des galets de quartz plus rares et beaucoup plus petits. Le poudingue est dirigé E. 30° N. et plonge S. 30° W. par 30°. On le voit très nettement reposer dans l'herbage sur les tranches de grès précambriens redressés à 75°. Les grès précambriens, identiques à ceux du conglomérat, sont rougis comme eux; cette rubéfaction est antérieure au Cambrien; elle résulte de l'oxydation du fer contenu dans les grès précambriens pendant la période continentale qui a précédé la transgression cambrienne.

Les poudingues sont surmontés par des grès grossiers de couleur rouge avec lits de schistes amarante, auxquels succèdent des schistes et des grès verts dans lesquels vont s'intercaler les marbres de Jacob-Mesnil. Cette série est bien visible dans un petit chemin qui descend du plateau vers Jacob-Mesnil.

Les conglomérats font saillie sur la rive gauche de la Laize puis disparaissent sous les alluvions et le Jurassique. On les retrouve dans une petite vallée venant aboutir au Pont-à-la-Mousse, à un kilomètre environ au Sud du confluent du ruisseau avec la Laize. Cet affleurement n'est pas situé sur le prolongement de la direction du poudingue de Rocreux. Cette direction passerait à plus de 500 m. au Sud.

Le poudingue pourpré a été signalé par M. Renault dans la vallée du ruisseau du Thuis (vallée de Tortoux) aux Mélèzes, près de la Taille de Villaye. Les deux tronçons situés de part et d'autre

de la vallée ne se correspondent pas exactement, le tronçon de la rive gauche est rejeté d'une cinquantaine de mètres au N. par rapport à celui de la rive droite.

Dans la vallée de Boulon, le village de la Rochette est bâti sur un épais banc de poudingue à gros éléments, semblable à celui de Rocreux ; il plonge de 30° au S., et est surmonté par des grès violacés qui recouvrent des schistes et calcaires.

Ces affleurements du Pont-à-la-Mousse, de Fresnay-le-Puceux et de Boulon forment une ligne droite alignée W. 30° S.

A Saint-Laurent-de-Condé, la direction des poudingues se place à angle droit de la précédente, presque parallèlement à la route de Caen à Harcourt. Le calvaire de Saint-Laurent-de-Condé est sur les grès violacés qui surmontent les poudingues ; ceux-ci apparaissent sous l'église, à l'E. de la route et dans le village même au Sud d'un petit ruisseau. Les poudingues disparaissent ensuite. Dans la vallée du ruisseau de la Huppe à l'E. des Moutiers en Cinglais, aucun affleurement, aucun relief, ne permettent de supposer que les poudingues existent entre les schistes rouges et le Précambrien.

Bande du Moulin de Bray (S^{1a}). — Cette bande correspond, dans le flanc sud du synclinal, à celle qui vient d'être décrite.

Elle commence au Sud de la Huppe dans la vallée des Moutiers en Cinglais. A l'entrée de la forêt, les poudingues alignés N. W. (p. N. E. 80°) sont recouverts par des schistes rouges bien visibles dans le chemin de la Huppe vers la forêt et autour de cette ferme, mais qui disparaissent rapidement à l'E. sous le Jurassique et les éboulis.

On ne voit de nouveau les poudingues qu'à Moulines dans la vallée de Meslay. Sur la route de Saint-Germain-le-Vasson, les poudingues, grossiers, peu épais, en contact avec le Précambrien, apparaissent près du calvaire ; ils sont surmontés par des grès pourprés, grossiers, qu'on voit sur la rive gauche de Meslay, dans le chemin montant à Moulines, et sur la rive gauche du petit ruisseau de la Ballière ; mêmes grès dans le chemin de Saint-Germain-le-Vasson et dans la petite vallée aboutissant au Béquet.

Sur la rive droite de la Laize, les grès rouges grossiers sont exploités dans le bois au N. du Moulin de Bray (plongement N. 30° E. 85°) et affleurent dans le chemin conduisant du Moulin à Bray en Cinglais.

Le dernier affleurement est celui de la vallée de Fontaine-le-Pin, où cette bande est représentée par des grès rouges et violacés, à 400 m. à l'W. du hameau de Mézidon.

Bande de Jacob-Mesnil (Sth). — Formée par des calcaires marbres avec lits de schistes, elle s'étend de Jacob-Mesnil à Bretteville-sur-Laize sur la rive droite de la Laize. Les bancs supérieurs sont entamés par la route de Bretteville à Caen par Quilly, dont la tranchée N. W. les coupe à la sortie de Bretteville; ils disparaissent sous le Lias un peu à l'W. du château de Montessuis.

Sur la rive gauche de la Laize, les marbres forment de gros bancs en face Rocreux et dans les chemins à l'W. de Beffeux (plongement S. 20° W., 40°).

Comme dans le synclinal de May (Butte de Laize) les marbres de la base sont plutôt rougeâtres, jaunâtres ou gris clair, tandis que ceux du sommet sont plutôt noirâtres. Ces deux termes sont séparés, comme au Sud du Val de Laize, dans le synclinal de May, par des schistes grossiers légèrement verdâtres ou violacés, vacuolaires, en plaquettes, avec petits bancs de grès. Dans la petite vallée qui aboutit au Beffeux, une petite carrière est ouverte dans ces schistes qu'on retrouve sur la route de Bretteville à Laize, un peu au Sud du chemin de Caillouet. Au Beffeux, la surface des lits porte des pistes très contournées.

Dans la vallée de Thuit on a exploité les marbres au bord du Bois d'Alençon, et on a employé à la construction des murs du parc du château de Fresnay des grès verdâtres durs, rappelant ceux du Précambrien, qui sont associés à ces marbres. La limite sud de cette bande dans la vallée de Thuit n'atteint pas le Gable Blanc, c'est-à-dire qu'elle se trouve au N. du prolongement de cette limite dans la vallée de la Laize. Ce rejet de la limite vers le Nord est en relation avec le rejet de la bande de poudingues pourprés qui a été précédemment signalé.

A Boulon, le chemin de la Rochette entame au-dessous du Lias les calcaires et les calschistes du niveau des marbres. M. Renault a déjà signalé que les marbres ont été exploités autrefois à l'E. de l'Eglise de Saint-Laurent-de-Condé. La direction générale de l'affleurement de cette bande dans la vallée de la Laize est E. 20° N., mais l'affleurement s'élargit légèrement à l'E. par suite de petites variations dans la direction et l'inclinaison des bancs, qui sans aboutir à la formation d'un anticlinal secondaire interrompent la régularité du plongement.

Bande de Moulines (Sth). — Cette bande correspond à l'affleurement, dans le flanc S. du synclinal de la bande de Jacob-Mesnil. Elle est jalonnée par des schistes qui surmontent les poudingues dans le village des Moulines et qu'on retrouve à l'E. sur le

sommet qui domine la rive gauche de la Laize au Sud de la cote 161. Ces schistes existent aussi sur la rive droite où l'on a tenté de les exploiter pour ardoises, dans le bois au N. du moulin de Bray, dans la vallée de Bray-en-Cinglais, et dans celle de Fontaine-le-Pin à l'E. du poudingue.

Les schistes jaunâtres, argileux, de cette bande et les schistes noirs de l'ardoisière ne nous ont présenté nulle part de lits calcaires ; cependant par sa position entre les poudingues pourprés de Moulines et les grès feldspathiques la bande de Moulines correspond bien à celle de Jacob-Mesnil.

Bande de Bretteville-sur-Laize (S^{1c}). — La route de Bretteville à Gouvix suit sur la rive droite de la Laize le pied d'un coteau escarpé qu'entament presque continuellement les tranchées de la route et du tramway. Ce coteau est formé par des grès rouge — clair, en bancs d'épaisseur généralement mince, avec quelques petits lits de schistes verdâtres ou rouge-violacé. Ces grès sont des arkoses typiques, dont le feldspath rougeâtre et solide au centre des blocs est blanc et kaolinisé à leur surface. Dans les lits, les éléments quartzeux et feldspathiques sont disposés suivant une stratification entrecroisée, témoignant de l'intervention très accentuée des courants rapides dans la sédimentation. Les conditions particulières du dépôt sont encore marquées par la présence de galets de schistes, provenant de remaniement de lits schisteux, immédiatement après leur dépôt, et qui couvrent entièrement la surface de certains bancs.

Au Sud de Bretteville, ces couches plongent d'abord S. 20° E. avec une inclinaison de 45 à 60°, puis, un peu avant le Moulin Neuf la direction change progressivement ; elles plongent d'abord au N. W., puis à l'W. et reprennent le plongement au S. E. à 200 m. environ avant d'arriver à la station de Gouvix. Près de cette station les bancs sont fortement redressés, plongeant S. 20° E. 70°, en lits plus minces ; des lits de schistes verts alternent avec les grès et préparent le régime vaseux de la bande de Gouvix. Les changements de direction qu'on observe entre Bretteville et Gouvix résultent d'un petit anticlinal secondaire, s'atténuant à l'W., qui augmente la largeur de l'affleurement des grès feldspathiques dans le flanc nord du synclinal à la traversée de la vallée de la Laize.

Sur la rive gauche de la Laize, les tranchées de la route de Bois-Halbout à la sortie de Bretteville et de la route de Fresnay le-Vieux près de la Bijude (plongement S. W. 80°) entament ces grès au-dessous des alluvions anciennes et du Jurassique ;

à l'Ouest de la route de Bois-Halbout, ils sont recouverts par des alluvions anciennes et des limons.

Les arkoses affleurent dans la vallée très encaissée qui aboutit aux étangs de la Bijude ; près de ces étangs les bancs sont alignés W. E., presque verticaux, avec plongement S.

Dans la vallée du ruisseau de Thuit, les grès feldspathiques déterminent sur la rive droite une crête aride ou couverte de bois qui s'étend jusqu'à 800 m. au Sud des ruines de Thuit. Une carrière est ouverte, un peu au N. de ces ruines, dans les grès de ce niveau plongeant fortement au S. ; on les suit au N. dans le coteau pendant 500 m. Sur la rive gauche du ruisseau, mêmes grès à l'W. et au S. W. du Gable Blanc. L'état couvert du sol, occupé par la forêt et recouvert d'éboulis jurassiques ne permet pas de voir comment ces arkoses s'étendent vers le Sud dans la vallée de Thuit. Il est possible que cette bande ne dépasse pas au Sud la ligne forestière qui va de la cote 143 à l'Abbaye de Barbery.

La vallée de Boulon ne s'étend pas assez au Sud pour atteindre les arkoses, et on ne peut actuellement préciser à quel moment la bande de Bretteville se courbe pour rejoindre la bande correspondante du flanc sud du synclinal.

Bande du Pont de Flais (S^{1c}). — Au Sud de ce pont sur lequel on traverse la Laize en allant de Saint-Germain-le-Vasson à Moulines, on trouve dans le bois, sur la rive droite, des arkoses semblables à celles de Bretteville. On les aperçoit peu nettement dans la vallée du moulin de Bray, au voisinage de la route de Bray en Cinglais.

Sur la rive gauche de la Laize, les grès forment la partie couverte de sapins de la butte qui porte la cote 161 ; la tranchée du chemin de Saint-Vasson à Moulines les montre avec leurs caractères habituels.

L'affleurement de cette bande est beaucoup plus étroit que celui de la bande correspondante du flanc nord du synclinal. Cette différence n'est pas due uniquement à l'existence d'un anticlinal secondaire dans la bande de Bretteville-sur-Laize ; les arkoses sont en réalité moins puissantes dans le flanc sud, et cette diminution d'épaisseur est corrélative d'un plus grand développement, dans le flanc sud, des schistes qui surmontent les grès feldspathiques et qui forment la bande de la Folie.

Bande de Gouvix (S^{1c}). — Dès la station de Gouvix on voit s'intercaler au sommet des arkoses des schistes qui deviennent bientôt prédominants. La tranchée de la route d'Urville près du

Calvaire, la tranchée du tramway, entament des schistes argileux d'un vert-jaunâtre, avec des petits bancs de grès fins, gris-verdâtres ; ils plongent au S.20°E. d'une trentaine de degrés. Vers leur sommet, au voisinage des grès armoricains il y a un horizon de schistes violacés et rougeâtres, rappelant les schistes qui terminent le Cambrien du centre de la zone bocaine mais beaucoup moins épais. Ce terme schisteux, supérieur aux arkoses, se retrouve sur la rive gauche de la Laize, dans le chemin qui passe devant l'entrée principale du Château d'Outre-Laize.

Bande de la Folie (S^{1c}). — Dans le flanc sud du synclinal, l'affleurement de cet horizon schisteux est beaucoup plus étendu ; sa largeur atteint plus de 1300 m. Les schistes n'affleurent que dans la vallée de la Laize et dans la vallée du Meslay. Ils s'y distinguent des schistes de la bande de Moulines par leur dureté plus grande, leur couleur noir-verdâtre, la présence de petits lits de grès grossiers.

Le grand développement de ces schistes, par rapport à ceux de la bande de Moulines, est en relation, comme on l'a déjà expliqué, avec la réduction des grès feldspathiques du flanc sud du synclinal. On approche de la région de la zone bocaine dans laquelle le faciès vaseux va caractériser le sommet du Cambrien, représenté au contraire dans le flanc nord du synclinal d'Urville et dans le synclinal de May par le faciès arénacé des grès feldspathiques.

Bande d'Outrelaize (S^{2a}-S^{2b}). — Les quartzites en gros bancs du Grès armoricain (S^{2a}) apparaissent pour la première fois dans le parc d'Outre-Laize, un peu au N. du Rond-Point. Ils coupent le Parc et viennent former sur la rive gauche de la Laize un escarpement couvert de sapins. Leur prolongement sur la rive droite de la Laize est formé par des rochers où les bancs très redressés plongent faiblement S.20°E. ; la direction générale de ces affleurements est W.20°N. ; le tronçon de la rive droite de la Laize paraît très légèrement dévié vers le Nord. On s'explique ainsi que le prolongement de la bande de grès armoricain se dirige d'abord vers Bretteville-le-Rabet avant de passer par l'affleurement de la Croix d'Estrées-la-Campagne.

A l'W. les quartzites du Grès armoricain ne sont pas connus dans la vallée de Faverolles ni dans la vallée de l'Abbaye, bien que des travaux de recherches aient permis de reconnaître dans ces vallées l'existence du minerai de fer à la base de la bande de schistes d'Angers. Il est donc vraisemblable que le faciès des quartzites du Grès armoricain, épais d'une dizaine de mètres

seulement à Gouvix, disparaît à l'W. du synclinal comme dans le bassin de May où ces quartzites manquent entre les grès feldspathiques et le minerai de fer ordovicien.

Les schistes d'Angers (S^{2b}) qui surmontent au Sud le Grès armoricain n'affleurent que sur la rive droite de la Laize dans un petit chemin descendant du parc de Gouvix. Le travers-banc au toit de la galerie de la concession de Gouvix sur la rive gauche de la Laize les a traversés sur une centaine de mètres avant d'atteindre la couche de carbonate oolithique qui a fait l'objet de cette concession. Dans la galerie de Gouvix, cette couche, puissante de 7 m., est située à une quarantaine de mètres au-dessus du grès armoricain, dont elle est séparée par des schistes grossiers, à petits nodules, avec petits bancs de quartzites bleus et ferrugineux.

Les affleurements oxydés de cette couche de minerai oolithique sont connus depuis longtemps à Urville où ils furent l'objet de tentatives d'exploitation dès 1822.

Des travaux de recherche ont établi le prolongement de cette couche vers l'W., d'abord au N. du Rond-Point d'Outre-Laize, puis sur la rive gauche du ruisseau de Faverolles, et enfin sur la rive gauche du ruisseau de l'Abbaye à 1200 m. environ au N. de ce hameau.

Ces points jalonnent sur la rive gauche de la Laize une ligne orientée W. 15° N. qui fait un angle avec la direction générale des assises plus anciennes. Cette déviation est encore en relation avec l'existence du petit anticlinal de la bande de Bretteville.

Bande de la Fontaine-des-Rochers (S^{2a}). — Sur la rive droite de la Laize, au Sud de Saint-Germain-le-Vasson, le Grès armoricain forme une crête rocheuse, qui domine au N. la petite vallée de la Fontaine-des-Rochers. Il traverse près de l'ancien moulin de Saint-Germain la vallée de la Laize très rétrécie à cet endroit et passe sur la rive gauche où il disparaît rapidement sous le Jurassique. La vallée est ainsi encaissée entre deux masses rocheuses, formées par des bancs de quartzite presque verticaux, dont la puissance atteint une cinquantaine de mètres alors que le Grès armoricain n'avait à Saint-Germain qu'une dizaine de mètres. Le contact avec les schistes verts de la bande de la Folie se fait probablement par faille, car à quelques mètres au Sud des grès les schistes plongent très faiblement au N.

Bande du Moulin de Saint-Germain (S^{2b}). — Le passage des schistes d'Angers se traduit par la présence, au N. de la crête des Grès armoricain, d'une dépression où la tranchée de la conduite d'adduction des eaux de Caen a rencontré sur la rive droite de la

Laize les schistes de ce niveau. Ils contiennent comme dans la bande nord, à une cinquantaine de mètres de contact avec le Grès armoricain, une couche de carbonate de fer oolithique, oxydé aux affleurements, qui a fait l'objet de la concession de Barbery. La galerie d'entrée montre qu'au niveau de la vallée la couche est fortement redressée comme le Grès armoricain et plonge de 75° vers le N. 20° E.

Bande d'Urville (S^{2c-d}). — Elle est formée par le Grès de May et les schistes qui terminent l'Ordovicien. L'affleurement du Grès de May S^{2c} a une largeur considérable, plus de 1500 m. Les travaux de chemin de fer minier de Barbery ont permis de compléter l'interprétation de cette largeur de l'affleurement et qui étaient les indications fournies par deux carrières de la rive droite de la Laize entre la route de Barbery et le moulin d'Urville où la couche de grès était presque horizontale et par une ancienne carrière à l'E. du Manoir où les bancs plongeaient au N.E.

Dans la vallée de la Laize, sur la rive droite, en venant de Gouvix, on rencontre une première carrière dans des grès rosés, en gros bancs, avec quelques lits de psammites et gros nodules sableux ; des nodules semblables se trouvent à May dans le niveau à *Dalmanites incerta* et *Homalanotus Vicaryi*, c'est-à-dire au-dessus des grès à *Homalanotus* et *Calymene Tristani* avec lesquels on fait commencer le Grès de May. Les couches de cette carrière plongent S. E. 50°. Un peu plus loin, une autre carrière abandonnée était ouverte dans des gros bancs de grès, plongeant 40° vers le Sud, séparés des précédents par des psammites et des grès argileux en plaquettes plongeant S. 20 E. Ces mêmes grès ont été exploités dans plusieurs carrières sur la rive droite du même vallon, au-dessus du moulin d'Urville où ils plongent au N. E. 20° ; ils font, par conséquent, partie de l'aile nord d'un petit pli anticlinal dont la tranchée de tramway au Sud du moulin montre la disposition. L'axe de ce pli est perpendiculaire à la direction de la voie en ce point, et les couches plongent en outre S. 30° E. par 50°. Au-dessus de l'extrémité de cette tranchée une carrière est ouverte dans le coteau ; on y exploite des grès rosés, durs, en gros bancs, presque horizontaux, plongeant légèrement au S. E.

A 50 m. au Sud de la précédente, une autre tranchée coupe un autre petit anticlinal dans lequel des schistes verdâtres et de petits bancs de grès gris micacés semblent indiquer un niveau plus élevé que le premier horizon de May, c'est-à-dire le niveau des grès et schistes à *Calymene Tristani* et *Trinucleus*.

A 200 m. au N. du second moulin un gros banc de grès rosé plonge N. E. 50° , puis, près de ce moulin, une carrière est ouverte dans des grès rosés, dont un gros banc, qui plongent de 15° au S. 30° E. A 100 m. au Sud, carrière abandonnée avec gros bancs de grès rosés plongeant de 45° au S. 10° E.

Le talus du chemin qui suit la rive droite de la Laize montre des grès en petits bancs (bancs tabletterie de May) et on arrive à une dernière carrière où les grès plongent de 60° au S. 30° E. ; quelques lits de schistes décomposés séparent les bancs de grès dont les plus minces sont légèrement ondulés avec gonflements des schistes dans les ondulations.

Le Grès de May du flanc nord du synclinal après avoir d'abord plongé vers le Sud prend donc la disposition d'un large anticlinal, très surbaissé, avec petites ondulations secondaires et petites failles de tassement.

La vallée du ruisseau de Faverolles atteint également la bande d'Urville ; dans cette vallée une carrière située sur la rive gauche du ruisseau, à 2 kilomètres de son confluent avec la Laize, exploite des grès en gros bancs, de couleur rouge et rosée, alignés E. 30° N. et plongeant au Sud.

Le Grès de May affleure également dans la vallée près de l'Abbaye de Barbery, où l'on a exploité de gros bancs de grès rouges, rappelant ceux du niveau à Conulaires, c'est-à-dire de la partie supérieure du Grès de May. Ces grès se continuent dans la vallée en aval presque jusqu'à la fouille où l'on a rencontré le minerai de fer du niveau des schistes d'Angers.

La dernière carrière de grès signalée plus haut sur la rive droite de la Laize est située presque à l'extrémité de la croupe boisée qui correspond à l'affleurement du Grès de May. Au delà, vers le Sud, la vallée de la Laize s'élargit beaucoup, et ses flancs sont en pente douce. Ce changement dans la topographie coïncide certainement avec le passage des schistes (S^{2d}) qui surmontent le Grès de May, dans le flanc sud du synclinal, mais je n'ai vu ces schistes affleurer nulle part dans le flanc nord.

Bande de Saint-Germain-le-Vasson (S^{3cd}). — Au Sud du Pont-de-Livet la vallée de la Laize se rétrécit de nouveau, au passage de la bande du grès de May exploité sur sa rive droite à Saint-Germain-le-Vasson. Une première série de carrières s'aligne vers la base de ces grès suivant une direction W. 20° N. avec plongement de 45° au N. 20° E. Dans d'autres carrières situées au Nord de la bande, le plongement est moins fort ; on y a trouvé *Modiolopsis* et *Conularia pyramidata* ; ces bancs correspondent

donc aux bancs à Conulaires et *Homalonotus Deslongchampsii*, c'est-à-dire à la partie supérieure de l'horizon de May.

En partant du Pont de Livet et en suivant le petit chemin qui longe la Laize sur sa rive droite, après avoir dépassé une carrière de limon quaternaire, on aperçoit dans le bois des schistes grossiers, vert pâle, plongeant d'une vingtaine de degrés au Nord, puis de petits bancs de grès durs, noirs, micacés. On retrouve le grès sur la rive gauche, au-dessous d'alluvions anciennes, au commencement de la tranchée du chemin de fer minier.

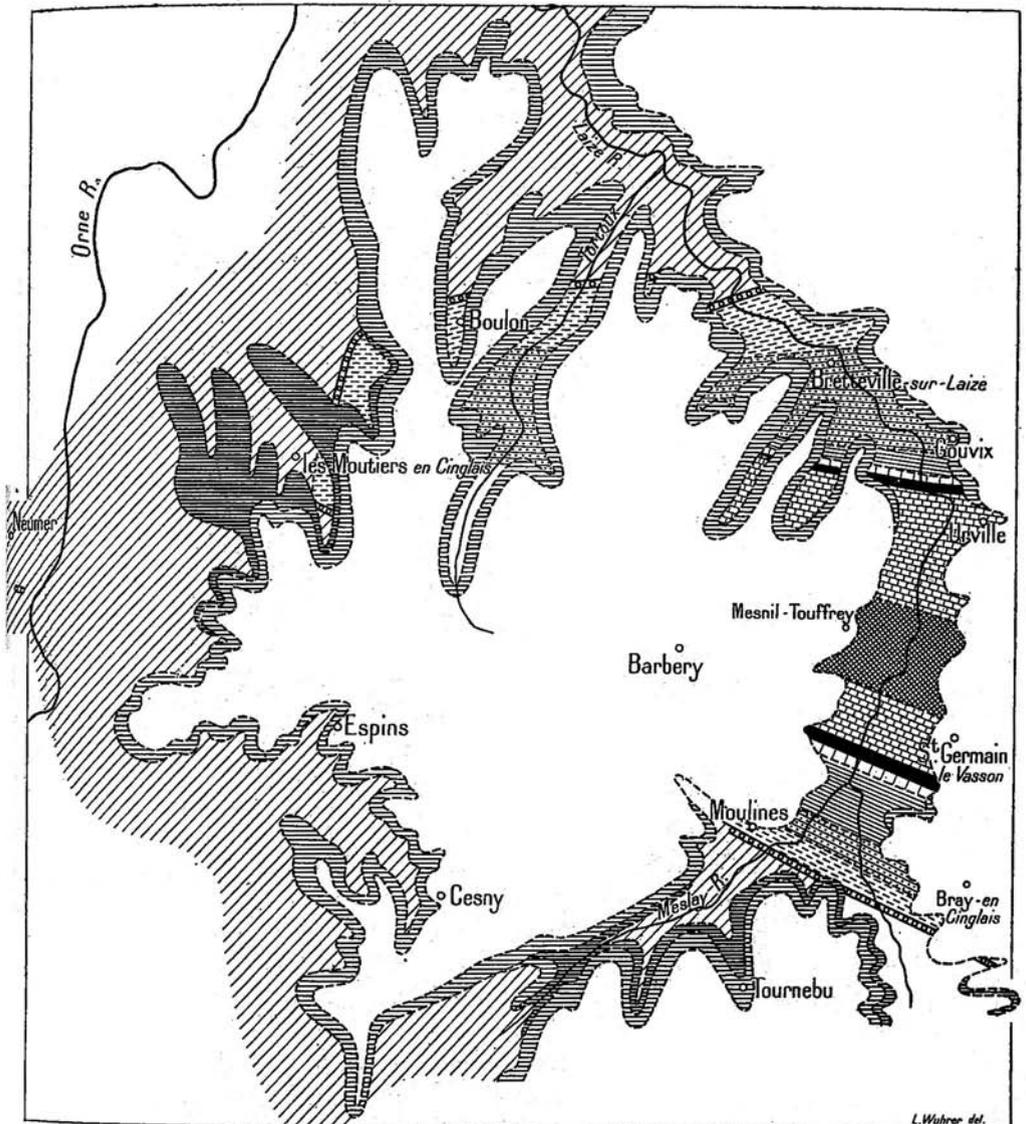
Ces schistes et ces grès appartiennent à un horizon supérieur au Grès de May (S^{2d}) très développé à cette place dans le synclinal de May (tranchée nord de la Briqueterie de Feuguerolles).

Bande du Moulin de Roinel (S³). — Cette bande occupe l'axe du synclinal à sa traversée par la vallée de la Laize. Elle est presque partout recouverte par les alluvions anciennes et les éboulis du Jurassique. Dans des terrassements, le long du chemin du Moulin de Roinel au Mesnil Touffray et sur le chemin du Pont de Livet à Saint-Germain-le-Vasson, à 200 m. du pont, on a rencontré les argiles noires typiques qui résultent de la décomposition des ampélites.

Limite du synclinal à l'W. — On a indiqué précédemment que la bande des poudingues à Rocreux s'infléchit brusquement à Saint-Laurent-de-Condé pour prendre la direction N. S. et fermer le synclinal du côté de l'W. Mais cette inflexion se continue par une cassure à peu près parallèle à la route de Caen à Harcourt et qui supprime, entre Saint-Laurent-de-Condé et la forêt de Cinglais l'affleurement des poudingues pourprés. Le synclinal se termine de ce côté par une faille que M. Le Cornu a figurée sur la feuille Falaise.

Cette faille correspond à un relèvement transversal, résolu en cassure, et dont la lèvre ouest est relevée. Sur la rive gauche de l'Orne, à la cote 96, entre Martinbosq et Neumer, cette lèvre relevée porte un lambeau de poudingues pourprés, témoin de l'ancienne extension du synclinal d'Urville dans cette direction.

Accident transversal de Fresnay-le-Puceux. — La direction prolongée des affleurements des poudingues pourprés de Rocreux et de la vallée du Pont de la Mousse vient passer au Sud du tronçon jalonné par les affleurements de la vallée de Thuit, de la Rochette de Boulon et du Calvaire de Saint-Laurent-de-Condé. Cette déviation correspond à un déplacement horizontal dont l'amplitude dépasse 500 m.; elle est ainsi très brusque et très importante. Peut-être cependant correspond-elle à une sinuosité



L. Walter del.

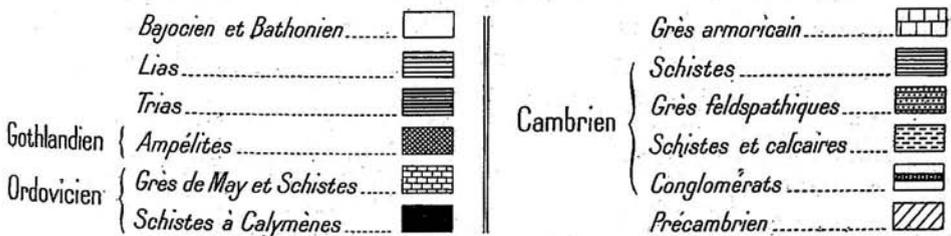


FIG. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DU CINGLAIS, 1/100 000.

de l'affleurement traduisant l'existence d'un petit axe anticlinal plutôt qu'à une cassure transversale avec rejet. En tout cas, cet accident a pour résultat de remonter vers le Nord l'affleurement des couches situé sur son bord ouest.

Anticlinaux secondaires. — Le flanc nord du synclinal est caractérisé par sa tendance à se plisser en anticlinaux secondaires.

Si l'interprétation que nous venons de donner de l'accident transversal de Fresnay est exacte, cette tendance se manifeste déjà dès le bord nord du synclinal.

On voit aussi que la bande des schistes et marbres de Jacob-Mesnil a une tendance à prendre la disposition anticlinale, réalisée dans la bande des grès feldspathiques de Bretteville. Le tracé de ces deux bandes sur la Carte géologique montre qu'au voisinage de la vallée de la Laize elles s'élargissent à l'Est, c'est-à-dire que la disposition anticlinale s'efface et disparaît à l'W. Il est donc vraisemblable qu'il en est de même pour l'anticlinal, d'ailleurs très surbaissé, que forme le Grès de May de la bande d'Urville et qui disparaît aussi dans la direction de l'Ouest. La grande largeur de l'affleurement de la bande de Grès de May du flanc nord dans la vallée de l'Abbaye permet cependant de penser que l'influence de ce pli secondaire se fait encore sentir jusque là, à moins qu'on n'ait déjà atteint le fond plat du relèvement périsynclinal.

L'existence de ces accidents dans le flanc nord confirme les notions sur la structure des synclinaux paléozoïques de la Basse-Normandie. Dans le synclinal de la Brèche-au-Diable les deux flancs sont dissymétriques, mais cette dissymétrie se traduit dans le flanc nord non par un plongement plus rapide, un renversement ou une suppression des assises de ce flanc, mais par des ondulations secondaires qui manquent dans le flanc sud.

Extension des bandes à l'W. sous le Jurassique. — Il serait intéressant de pouvoir fixer le tracé périsynclinal suivant lequel se fait au-dessous du Jurassique le raccord des bandes du flanc nord et du flanc sud du pli. La connaissance de ce tracé permettrait de limiter du côté de l'W. la région où des travaux de recherches rencontreraient le minerai de fer ordovicien, au-delà des concessions de Barbery et de Gouvix. La présence des grès feldspathiques plongeant S. près de la chapelle de Thuit indique que la couche d'Urville-Gouvix ne s'étend pas jusque là; il est vraisemblable que si la bande de Barberil continue son trajet sans déviation, elle rejoint celle d'Urville-Gouvix à l'E. de la vallée de Thuit.

LES BRYOZOAIRES FOSSILES DES TERRAINS DU SUD-OUEST DE LA FRANCE

PAR **F. Canu** ¹.

PLANCHES XX et XXI.

VI. BARTONIEN-AUVERSIEN (fin) ².

HORNERA STRIATA MILNE-EDWARDS, 1838.

Pl. XX, fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10.

1847. *Hornera hippolythus* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), II, p. 408, pl. VIII, fig. 21.
1849. *Hornera striata* BUSK. Crag Polyzoa. *Palaeontographical Society*, p. 104, pl. xv, fig. 3.
1908. *Hornera striata* F. CANU. Bryozoaires fossiles de l'Argentine. *Anales del Museo nacional de Buenos Aires*, XVII, p. 313, pl. XI, fig. 1-6.

Affinités. — L'espèce figurée par d'Archiac n'est pas du tout *Hornera hippolythus* DEF. Les orifices ne sont pas groupés en lignées transverses, et les sulcis de la dorsale ne sont pas profonds. En 1870, Reuss, constatant l'erreur, l'identifie avec son *Hornera trabecularis*. C'était une autre erreur, car sur cette dernière espèce les orifices sont plus écartés et les vacuoles³ plus éloignées des orifices. De plus, Pergens et Waters prétendent qu'elle représente les petites branches terminales de *Hornera frondiculata* LAMOUREUX ⁴.

L'original de la figure de d'Archiac est conservé à l'École des Mines. Nos photographies marquent bien la différence avec *Hornera trabecularis* REUSS. Leur analogie avec les figures de Busk est complète, et la détermination n'est pas douteuse.

Les caractéristiques de cette espèce sont :

1^o Orifice de 0 mm. 06, plus petit que *Hornera frondiculata* ;

1. Note présentée à la séance du 18 novembre 1912.

2. Voir *B.S.G.F.*, (4), VI, 1906 ; (4), VIII, 1908, p. 382 et suivantes ; (4), IX, 1909, p. 442 et suivantes ; (4), X, p. 840 et suivantes, 1910 ; (4), XI, p. 444 et suivantes, 1911.

3. Les vacuoles sont les pores qui sont placés entre les orifices au fond des sulcis de la face orale du zoarium. Je les ai précédemment appelées : *pores adventifs*

4. Je ne suis pas du tout certain de l'exactitude de cette observation. Il est inadmissible d'admettre que les fragiles extrémités zoariales aient résisté davantage à la fossilisation que les plus robustes rameaux de la base.

2° Deux vacuoles près de chaque orifice, alors qu'il y a 2, 3, 4 vacuoles au-dessous de l'orifice dans *H. frondiculata*;

3° Sulcis nombreux, peu profonds, avec de très petits pores cellulaires ;

4° Rameaux très rapprochés se touchant et s'anastomosant même à la base.

J'ai donné en 1908 la bibliographie illustrée de cette espèce très répandue dans tous les terrains tertiaires de l'Europe.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Il n'y a aucune indication de niveau sur le spécimen de l'École des Mines.

Distribution géologique. — Burdigalien de la France méridionale (Perg.). Helvétien de Touraine (Mich.). Tortonien d'Autriche-Hongrie (Rss.). Plaisancien d'Angleterre (Bk.), et d'Italie (Seg.). Astien d'Italie (Seg.). Sicilien d'Italie (Seg.). Quaternaire d'Italie (Seg., Nev.). Tertiaire de Nouvelle-Zélande (Stol.). Patagonien de l'Argentine (Canu).



FIG. 1. — *Hornera striata* MILNE-EDWARDS.
Type de d'Archiac grossi 8 fois. École
des Mines.

Habitat. — Le Pacifique ?

HORNERA FRONDICULATA LAMOUROUX, 1821.

Bibliographie pour l'Éocène et l'Oligocène.

1862. *Hornera porosa* STOLICZKA. Latdorf, p. 79, pl. 1, fig. 3¹.
 1863. *Hornera porosa* REUSS. Oberoligoïän, p. 672.
 1870. *Hornera trabecularis* REUSS. Tert. Alpen, p. 72, pl. xxxv, fig. 7.
 1887. *Hornera frondiculata* PERGENS. Koloswar, p. 6.
 1889. *Hornera frondiculata* PERGENS. Wola Lu'zanska, p. 63.
 1892. *Hornera frondiculata* WATERS. North Italian Rry., p. 160.
 1896. *Hornera frondiculata* PERGENS. Buda, p. 363.
 1908. *Hornera frondiculata* BEUTLER. Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der Alteren Tertiärschichten des sudlichen Bayerns, *Palaeontographica*, LIV, p. 231.
 1909. *Hornera frondiculata* F. CANU, Sud-Ouest, *B.S.G.F.*, (4), IX, p. 454, pl. xvii, fig. 31, 32.

1. J'ai donné les références complètes de ces différentes publications en 1910. Voir *B.S.G.F.*, (4), X, p. 841. Il est inutile de les répéter ici.

Affinités. — Il est souvent difficile de distinguer cette espèce de l'*Hornera striata* quand les fossiles ne sont pas d'une conservation parfaite. Les caractéristiques sont :

- 1° Orifice de 0 mm. 08 et plus ;
- 2° Une entaille proximale sur l'orifice saillant, caractère malheureusement presque toujours invisible sur les fossiles ;
- 3° Deux, trois, quatre vacuoles au-dessous de chaque orifice ;
- 4° Sulcis profonds, linéaires, au fond desquels se trouvent sur la face dorsale de gros pores cellulaires ;
- 5° Rameaux écartés, jamais cylindriques, souvent très comprimés.

En général, dans l'Éocène supérieur et dans l'Oligocène cette espèce est rare et chétive. Ce n'est que dans le Miocène qu'elle se développe normalement et qu'elle fournit des spécimens abondants et parfaitement constitués.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Trois spécimens. Burdigalien de Dax.

Distribution géologique. — Lutécien de Bavière (Perg.). Priabonien du Vicentin (Rss.), de Galicie (Perg.), de Transylvanie (Perg.), de Hongrie (Perg.). Latdorfien d'Allemagne (Stol.). Stampien d'Allemagne (Rss.). Miocène et Pliocène d'Europe. Tertiaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande.

Habitat. — Méditerranée, de 30 à 100 mètres ; Atlantique, au Cap Vert, à 200 mètres.

HORNERA HYBRIDA D'ARCHIAC, 1847.

PL. XX, fig. 1, 2, 3, 4.

1847. *Idmonea hybrida* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Loc. cit.*, p. 409, pl. VIII, fig. 24.

L'original de la figure de d'Archiac est à l'École des Mines. J'en donne deux photographies au grossissement de 13 fois.

Par sa face orale, cette espèce ne se distingue pas de *Hornera hippolyta* DEFRANCE. Ce sont bien les mêmes séries tubuleuses plus ou moins alternes qui l'ont fait confondre avec les Idmonées. Mais la face dorsale est totalement différente : elle est très poreuse et dépourvue de sulcis. Pour cette raison je crois devoir maintenir l'espèce de d'Archiac. Mais il se pourrait très bien que ce spécimen ne soit qu'une simple variation, ou une altération de l'espèce de DeFrance.

Localité. — Biarritz, sans indication de niveau (École des Mines).

HORNERA EDWARDSI D'ARCHIAC, 1847.

Pl. XX, fig. 11, 12, 13, 14, 15.

1847. *Hornera Edwardsi* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. Loc. cit., p. 408, pl. VIII, fig. 22.

Diagnose de d'Archiac. — Polypier branchu, comprimé, dichotome, disposé en éventail, très finement et très également strié sur les deux faces. Sur l'une d'elles seulement sont des pores mamelonnés, égaux, équidistants, qui ne forment de séries continues ou parallèles dans aucun sens. Les stries longitudinales s'infléchissent autour des pores sans produire de sillons ni de bourrelet. Des rameaux secondaires, naissant sur les côtés des rameaux principaux, s'en écartent plus ou moins dans le plan général du Polypier, ou s'appliquent quelquefois immédiatement contre eux.

Affinités. — Les sulcis dorsaux sont disposés comme sur *Hornera striata*. Mais les vacuoles frontaux sont éparés entre les orifices au lieu de leur être adjacents comme dans cette dernière espèce.

Localité. — Biarritz (École des Mines).

HORNERA SUBCANCELLATA D'ARCHIAC, 1847.

Pl. XXI, fig. 1, 2, 3, 4.

1847. *Retepora subcancellata* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. Loc. cit., p. 411, pl. IX, fig. 5.

Diagnose de d'Archiac. — Polypier composé de rameaux droits rarement dichotomes, très rapprochés, légèrement flexueux, réunis de distance en distance par des branches transverses anastomosées. Les rameaux droits, comme ceux qui les réunissent, sont couverts sur les faces antérieures et latérales non adhérentes, de cellules porifères, saillantes, très serrées, disposées quelquefois en séries plus ou moins obliques, peu régulières et formant une portion d'anneau, comme dans les Idmonées. Il diffère des *Retepora cancellata* GOLDFUS par ses pores plus rapprochés, plus nombreux et ne formant pas de séries longitudinales distinctes et régulières comme dans le Polypier de la craie de Maëstricht.

Affinités. — D'Archiac s'est absolument trompé de genre. Les affinités de cet Hornère sont avec *Hornera reteporacea* MILNE-EDWARDS. Il en diffère par ses orifices non disposés en quinconce régulier, mais groupés en séries transverses plus ou moins régulières.

Localité. — Biarritz (École des Mines).

CONSIDÉRATIONS SUR LES HORNÈRES

Les Hornères sont des Bryozoaires des eaux profondes. Toutes les espèces actuelles habitent à des profondeurs variables, mais toujours très grandes. De 30 à 100 mètres, on peut espérer trouver quelques exemplaires, mais c'est au delà que ces animaux trouvent les conditions les plus favorables à leur développement.

Voici les conditions extrêmes d'habitat pour les espèces actuelles.

- Hornera fissurata* BK. 972 mètres.
Hornera foliacea M. GILL. 53-61 mètres.
Hornera frondiculata LAMX. 32-308 mètres.
Hornera lichenoides PONTOP. 32-972 mètres.
Hornera violacea SARS. 35-324 mètres.
Hornera antarctica W. 480-569 mètres.

Les conditions thermiques d'habitat varient évidemment avec la profondeur, mais dans des limites assez restreintes. Ainsi pour *Hornera lichenoides*, seule espèce pour laquelle nous avons des documents nombreux, la température des fonds varie de — 0°6 à + 6°, *Hornera antarctica* vit par + 0°8 — 0°9.

LICHENOPORA CUMULATA MICHELIN, 1845.

Pl. XXI, fig. 5, 6.

1845. *Lichenopora cumulata* MICHELIN. Icon. Zooph., p. 319, pl. LXXVII, fig. 1.
 1847. *Lichenopora spongioïdea* d'ARCHIAC. Coll. Pratt, p. 404, pl. VIII, fig. 9.
 1847. *Defrancia socialis* REUSS. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, Wien, p. 38, pl. v, fig. 23.
 1864. *Defrancia cumulata* REUSS. Oberburg, p. 33, pl. x, fig. 9.

Diagnose de d'Archiac. — Polypier déprimé, lenticulaire, fixe, encroûtant, irrégulièrement elliptique composé d'un tissu très fin (cancellis) et présentant à sa partie supérieure des plis (lignées) allongés, divergents, arrondis et vers le centre une dépression. Ces plis, tantôt au nombre de 12 ou de 13, sont simples, tantôt plus serrés et tranchants à leur sommet, sont bifurqués ou discontinus. — Diamètre 6 mm. ; hauteur 1 mm.

« Il diffère du *Lichenopora mediterranea* MICH., en ce qu'il n'est jamais pourvu d'un rebord lisse et parce que les cellules sont complètement immergées et non tubulées. »

Affinités. — Ce fossile se présente tantôt en petits disques isolés, tantôt en colonies composées de plusieurs sous-colonies. Les lignées sont bisériales, quelquefois trisériales. Ses analogies immédiates sont avec *Lichenopora mediterranea* MICH. Mais,

tandis que dans ce dernier les cancellis sont aussi gros que les orifices, dans l'espèce de d'Archiac ils sont plus gros et les lignées sont plus régulières. Ce ne sont pas là des différences très capitales et il est à peu près certain que *Lichenopora cumulata* n'est qu'une variété du *Lichenopora mediterranea*.

Dès qu'ils sont un peu altérés tous les *Lichenopores* se ressemblent et leur détermination est très difficile. Sur le vivant, les tubes sont très saillants et prolongés sur une partie seulement de leur orifice par une pointe très fragile, sorte de visière (*galca* de Jullien) entière ou découpée. Cette visière est d'une fragilité extrême et disparaît après la mort du polypide. Les lignées elles-mêmes s'atténuent par fossilisation : alors le fossile offre l'aspect d'un Hétéropore. Avant d'identifier les deux espèces précitées il est indispensable de pouvoir comparer entre eux d'importants matériaux recueillis en diverses localités.

Localité. — Biarritz, sans indication de niveau.

Distribution géologique. — Latdorfen (Sannoisien) d'Oberburg en Styrie (Rss.). Helvétien de Touraine (Mich.).

BIMULTICAVEA CONJUNCTA MICHELIN, 1845.

Pl. XXI, fig. 7, 8.

1829. *Ceripora diadema* GOLDFUS. Petref. Germ., p. 404, pl. xxxvii, fig. 3.

1845. *Lichenopora conjuncta* MICHELIN. Icon. Zooph., p. 277, pl. lxxiii, fig. 16.

1847. *Lichenopora conjuncta* d'ARCHIAC. Coll. Pratt. Loc. cit., p. 404.

Le spécimen figuré par Michelin lui fut communiqué par Pratt. Il est maintenant à l'École des Mines. Nous le reproduisons grossi trois fois.

Pour les zoologistes, c'est un *Lichenopora*. Mais les paléontologistes, pour classer les formes très nombreuses de ce groupe, ont créé un certain nombre de genres établis sur les variations zoariales. S'il y a plusieurs couches de sous-colonies, ce fossile est un *Bimulticavea* d'ORB.

Localité. — Biarritz, sans indication de niveau (École des Mines).

HETEROPORA INTRICATA d'ARCHIAC, 1847.

Pl. XXI, fig. 9, 10.

1847. *Ceripora intricata* d'ARCHIAC. Coll. Pratt. Loc. cit., p. 406, pl. viii, fig. 19.

non *Heteropora intricata* MICHELIN.

Affinities. — Je reproduis au grossissement de trois fois le type même de d'Archiac. Il est facile de constater que ce n'est

pas un Cériopore. La présence des mésopores entre les orifices zoéciaux montre que c'est un Hétéropore.

Les orifices sont placés en quinconce sur certaines branches. Sur d'autres ils se groupent en lignées radiales un peu saillantes autour d'un groupe circulaire de mésopores. Cette dernière observation confirme une fois de plus les étroites analogies qui lient les Hétéroporidées aux Lichenoporidées.

Cette espèce est très voisine de l'*Heteropora dichotoma* Rss. Elle n'en diffère : 1° par ses orifices un peu plus petits (0,06-0,07); 2° par la disposition radiale de certaines zoécies.

Le nom de *Heteropora intricata*, préoccupé par Michelin pour une espèce des faluns de Touraine, est à changer. Mais il est prudent d'attendre qu'un plus grand nombre de spécimens aient été découverts.

Localité. — Biarritz, sans indication de niveau (École des Mines, sous la fausse étiquette de *Idmonea trapezoides*).

ESPÈCES DOUTEUSES.

Les espèces suivantes décrites par d'Archiac n'existent plus à l'École des Mines. Je ne les ai jamais retrouvées dans mes matériaux.

1847. *Cellaria minuta* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Loc. cit.*, p. 412, pl. ix, fig. 8.
Le Goulet.

1847. *Cellaria subexarata* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Loc. cit.*, p. 412, pl. ix, fig. 7. Le Goulet.

1847. *Eschara dentalina* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Loc. cit.*, p. 409, pl. ix, fig. 1.

1847. *Cellaria distans* D'ARCHIAC. Coll. Pratt. *Loc. cit.*, p. 412, pl. ix, fig. 9.
Probablement *Entalophora macrostoma* M.-Edw. usé.

La Cellaire frustre figurée pl. ix, fig. B, placée sur le type de *Idmonea petri* est un Entalophore usé.

1846. *Guettardia Thiolati* D'ARCHIAC. Coll. Thorent. *Loc. cit.*, p. 197, pl. v, fig. 8, pl. VIII, fig. 5, 5, 7. C'est peut-être un Bryozoaire. Rocher du Goulet.

LA FAUNE AUVERSIENNE.

Nous venons d'étudier 57 espèces. Cependant la faune auversienne de Biarritz reste encore assez indéterminée. Le niveau exact de 17 espèces n'est pas connu. Sont-elles du Lutécien supérieur ou de l'Auversien ? De nouvelles recherches pourront seules l'établir. Une dizaine d'espèces à peine sont spéciales au niveau.

Sur 15 espèces du Lutécien supérieur, 14 se retrouvent dans

l'Auversien. Il y a donc unité faunique entre les deux niveaux. La différence est plus grande entre le Lutécien inférieur et le Lutécien supérieur qu'entre ce dernier et l'Auversien.

Mais ce qui est hors de doute pour l'un comme pour l'autre étage, c'est la grande profondeur des dépôts prouvée par la grande proportion des Cyclostomes (45 p. 100), par la présence d'*Entalophora proboscidea* et par celle de nombreux Hornères.



LES LIGNES TECTONIQUES DE LA CHAMPAGNE

PAR **J. Laurent** et **Paul Lemoine**¹.

La Champagne constitue, au point de vue de nos connaissances sur la tectonique du Bassin de Paris, une région sur laquelle nous ne savons presque rien².

Aussi nous a-t-il paru intéressant d'essayer de tirer parti des renseignements récemment acquis sur les résidus de sédiments tertiaires en Champagne d'une part, et sur les sondages profonds de l'autre, puis de comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux que l'on possède, tant sur le pourtour occidental tertiaire de la Champagne que sur son pourtour oriental infracrétacé.

I. — EXTENSION DES FORMATIONS TERTIAIRES DE LA CHAMPAGNE

Les diverses formations tertiaires se sont étendues assez loin, ainsi qu'en témoignent les débris divers que l'on rencontre à la surface du sol.

La recherche de ces débris constitue une tâche difficile et longue, mais très intéressante pour la reconstitution des anciennes limites des mers géologiques ; ce sont surtout les travaux de J. Laurent³ qui ont documenté les géologues sur ce sujet. Nous avons pensé qu'il serait intéressant de les résumer ici et de les représenter sur une carte (fig. 1, p. 635).

THANÉTIEN. — Cet étage⁴ serait représenté à la surface de la

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1912.

2. G. F. DOLLFUS. Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le Bassin de Paris. *B. Serv. Carte géol. Fr.*, II, n° 14, 1890, pp. 1-69, pl. 1 (carte).

PAUL LEMOINE. Géologie du Bassin de Paris. Paris, Hermann, 1911, 408 pp., 136 fig., 9 cartes (voir pl. II, p. 48, principales lignes tectoniques).

Les axes tectoniques y sont arrêtés sur la bordure occidentale de la Champagne. Cependant ils ont été prolongés hypothétiquement en Champagne, par Dollfus et par J. Laurent.

G. F. DOLLFUS. Relations entre la structure géologique du Bassin de Paris et son hydrographie. *Ann. Géogr.*, IX, 1900, pp. 319-339, 413-433, pl. x (carte).

3. J. LAURENT. Sur l'extension de la meulière de Brie et de la craie à Belemuielles, à l'Est du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Études Sc. natur. Reims*, 1898, pp. 68-71.

4. Un lambeau avait été indiqué à Nanteuil, près Rethel, par J. Laurent. Une exploration plus attentive a montré à celui-ci qu'il ne s'agissait que de limons argilo-siliceux, dans lesquels entrent peut-être un peu de sables thanétiens, remaniés, mais sans qu'il soit possible de l'affirmer.

Champagne par une bande sableuse qui va depuis Lavannes jusqu'à Isles-sur-Suippe. M. Laurent a trouvé également à Aussonce quelques blocs de grès Thanétien, analogues à ceux de Brimont.

Au Mont-Aigu, près Avenay, il existe des calcaires sableux identiques à ceux qui forment à Verzenay la limite du Thanétien et du Sparnacien et dont la position stratigraphique exacte est actuellement discutée.

SPARNACIEN. — Des fragments de grès ferrugineux qui semblent appartenir au Sparnacien sont disséminés sur le sommet du Mont-Aimé à la surface du calcaire pisolithique dans la situation même qu'ils occupent au-dessus de Vertus.

Enfin, il existe au lieu dit la Côte Ronde, près de la ferme de Montardoise, à 10 km. à l'Est de Montsuzain (Aube), un lambeau de sables grossiers, de grès ferrugineux, de galets de silex qui peuvent être sparnaciens¹.

LUTÉTIEN. — On ne connaît pas de débris de Lutétien en Champagne alors qu'on en a découvert de nombreux résidus à la surface de la Picardie² et il est probable que la mer lutétienne ne dépassait pas une ligne située à l'Ouest de Rethel et de Reims.

Cette absence de lambeaux de Calcaire grossier s'explique facilement par le changement de faciès de cet étage à l'Est d'une ligne passant par Damery, Nanteuil-la-Fosse, Sermiers, ligne au Sud de laquelle on ne rencontre plus que des argiles ayant le caractère de formations lagunaires³.

MEULIÈRES DE BRIE. — Des débris de meulière existent à Montaigu en face d'Avenay ; ils occupent le plateau de la Cruzette entre Trépail et Billy-le-Grand ; ils se retrouvent au Mont de Billy (cote 159). Des monuments mégalithiques sont constitués en meulière près de Pontfaverger (Pierre Poiret⁴) ; de nombreux

1. Ils sont marqués sur la feuille d'Arcis-sur-Aube, n° 67 (publiée en 1880 ; tracés de Edm. Fuchs).

2. M. LERICHE. Sur l'extension des grès à *Nummulites lævigatus* dans le Nord de la France et sur les relations des bassins parisien et belge à l'époque lutétienne. *A. F. A. S.*, Cherbourg, 1905 (Paris, 1906), pp. 394-402, pl. VII (carte en noir), reproduite par PAUL LEMOINE. *Géologie du Bassin de Paris*, Paris, Hermann, 1911, p. 230, fig. 92.

3. J. LAURENT. Études scientifiques sur le pays rémois. *Volume distribué à l'occasion du Congrès de l'A. F. A. S.*, Reims, 1907, 100 pp., 2 cartes (1 carte pluviom., 1 carte géol.).

LERICHE. Observations sur les terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXVI, 1907, p. 367-389.

4. A titre de renseignement, le volume de la Pierre Poiret atteignait 120 m².

[Consulter BOSTEAUX-PARIS. Le pays rémois aux époques préhistoriques. *Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences*, Congrès de Reims, 1907.]

On trouve signalés dans cet ouvrage de nombreux blocs de grès. Ce ne sont pas,

blocs de meulière sont disséminés dans toute la région comprise entre Reims et la Suipe (depuis Bazancourt jusqu'à Auberive) ; on en trouve abondamment dans les alluvions de la Suipe¹.

M. Laurent en signale également à Moronvilliers (Mont Haut) ; M. Paul Lemoine a également visité les environs de Moronvilliers et son attention a été attirée particulièrement sur les points hauts de cette région, On trouve effectivement des débris de meulière de Brie sur les pentes ; mais isolés comme ils sont, il est certain qu'ils ne se trouvent point rigoureusement en place². Au contraire, le sommet 257 (Mont Haut) est couvert par des blocs très nombreux qui forment un manteau continu sur une assez grande surface. L'épaisseur de ce manteau serait de 4 à 5 m. d'après M. Laurent ; elle ne peut d'ailleurs dépasser ce chiffre, des trous très voisins du sommet montrent la craie immédiatement au-dessous.

Les mêmes blocs de meulière disséminés dans une argile rouge de décalcification se rencontrent en abondance aux environs de Sommepey où se trouvaient autrefois de nombreuses exploitations signalées par Buvignier et Sauvage³.

M. Laurent signale aussi des fragments de meulière au sommet du monticule de Cormont, à l'Ouest du Mont-Aimé et à Chalmont à 12 km. au Nord-Est de Sézanne.

Enfin, à Sommesous, au lieu dit Pierre des Vignes, il a trouvé, en même temps que des grès, de petits cailloux de meulière, peu nombreux il est vrai.

SABLES ET GRÈS DE FONTAINEBLEAU. — On connaît également des lambeaux et témoins de grès de Fontainebleau à la surface de la Champagne.

M. Laurent avait émis l'hypothèse de leur existence au Bois de la Bardolle, près de Nuisement-sur-Cooles ; mais il ne croit plus

d'après M. J. Laurent, des grès de Fontainebleau ; ceux-ci sont durs à la surface, mais une fois entamés ils se réduisent facilement en sable ; au contraire les grès d'Ecueil, le dolmen de Nogent-Sermiers, etc., sont compacts et se rapprochent plutôt des quartzites ; ils proviennent des bancs de grès du Thanétien ou du Sparnacien.

Il y a également dans ce travail de nombreuses indications de lieuxdits rappelant des pierres ou des blocs, allant jusqu'à la Suipe et au delà.

1. J. LAURENT. Le bois de la Bardolle. Contribution à la géographie botanique de la plaine de Champagne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LIV, 1907, pp. 642-649.

2. Ces blocs étaient beaucoup plus nombreux autrefois, car on les exploite depuis de longues années, aussi bien pour les constructions que pour l'empierrement des routes.

3. BUVIGNIER et SAUVAGE. Carte géologique de la Marne (1/80 000) 1850. — Légende.

aujourd'hui que cette hypothèse soit nécessaire pour expliquer les faits botaniques observés¹.

Par contre, on en connaît des blocs importants près de Sommesous (Pierre des Vignes ; alt. 208 m.). Dans toute la région comprise entre Sommesous et le coude de la Somme, près Morains, on trouve à la surface du sol, dans les champs cultivés, des fragments de grès de Fontainebleau indiquant la continuité entre les blocs de Pierre des Vignes et ceux qui couronnent le sommet du plateau tertiaire au Nord du Petit Morin vers Etoges. En particulier au Sud de Vassimont, et sur le territoire de cette commune, se trouve un lieu dit la Grosse Pierre où existait autrefois un énorme bloc de grès ; des blocs moins volumineux se retrouvent encore dans les pineraies voisines. Plus au Sud à Fère-Champenoise, les grès font défaut à la surface du sol. Leur localisation géographique paraît donc assez nette.

Enfin il en existe un lambeau plus oriental à Bassuet, au Nord de Vitry-le-François et plusieurs autres sur le territoire de Charmont.

Tout récemment Laurent² a fait connaître la présence de poches de sables au milieu des calcaires de Brie à Verzenay et à Villers-Marmery. Elles sont disséminées dans cette dernière localité sur une surface de 40 hectares, au sommet de la montagne de Reims.

D'autre part, sur sa dernière carte de l'extension des sables de Fontainebleau, M. G.-F. Dollfus³ indique diverses bandes de grès. Il a bien voulu nous dire que ces indications étaient simplement l'interprétation de celles fournies par M. Laurent. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte⁴. Il semble bien d'après les docu-

1. Les nombreuses excursions que M. Laurent a faites en Champagne pouilleuse au cours de l'été 1912 lui ont montré, contrairement à l'opinion de ФЛИСНЭ (La Champagne crayeuse, étude de géographie botanique. *Société académique de l'Aube*, 1908) que la végétation forestière peut très bien s'établir sur les graviers crayeux et il est absolument inutile de faire intervenir la présence des Sables de Fontainebleau pour expliquer les faits observés au bois de la Bardolle.

2. J. LAURENT. Le gisement de Pourcy et les travaux récents sur le Tertiaire des environs de Reims et d'Épernay. *Bull. Soc. Étude des Sc. nat. Reims*, 1909.

LAURENT ET DOLLFUS ; LAURENT. *C. R. Somm. Soc. géol.*, 1912, p. 142.

3. La bande de grès tracée au Nord de Châlons correspond à un bois de feuillus que M. Laurent a signalé entre Bouy et La Veuve. Mais ce bois repose sur des graviers crayeux sans trace de Tertiaire.

La bande au Nord de Heiltz-le-Maurupt paraît être due à une erreur du graveur qui l'a confondu avec le gisement de Bassuet. Cependant il existe des blocs de grès à Charmont et à Yonval (commune de Possesse).

4. G. F. DOLLFUS. Feuilles de Fontainebleau et de Châteaudun à 1/80 000. Feuille de Bourges à 1/320 000. *Bull. Serv. Carte géol. France*, XXI, 1909-1910, n° 128 (*C. R. des Coll.*), pl. (Cette carte indique qu'en Champagne les Sables de Fontainebleau reposaient sur la craie ; il est beaucoup plus probable d'après ce qui vient d'être dit qu'ils reposaient au moins en partie sur les Meulnières de Brie).

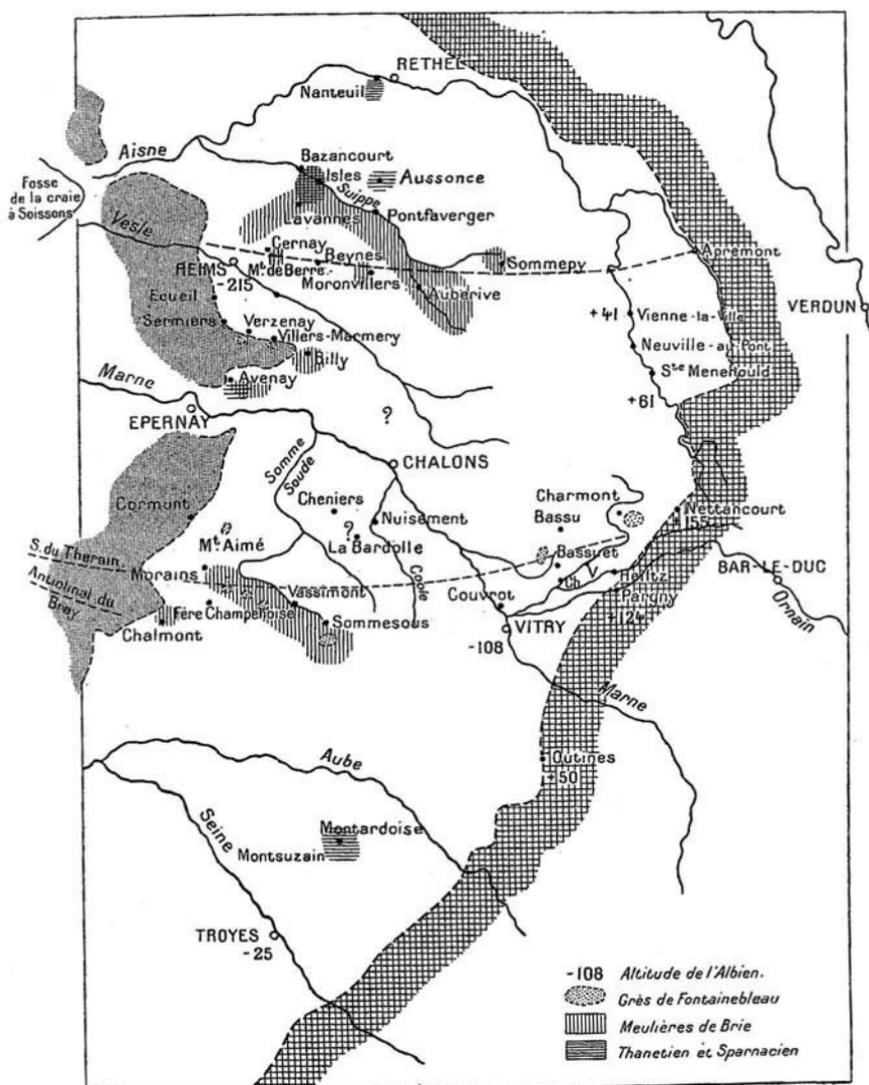


Fig. 1. — LAMBEAUX TÉMOINS ET SONDAGES PROFONDS EN CHAMPAGNE.

ments existants que les Sables de Fontainebleau ne soient pas connus au Nord d'une ligne passant au Nord de Reims et de Vitry-le-François.

Distribution géographique de ces lambeaux.

Il est intéressant de faire remarquer que ces divers lambeaux se groupent très curieusement suivant deux lignes très nettes, sensiblement est-ouest, partant l'une du Mont-de-Berru et l'autre du Mont-Aimé.

Comme il est très probable que les lambeaux témoins se sont plutôt conservés dans des synclinaux, il est vraisemblable que ces deux lignes jalonnent, au moins grossièrement, deux axes tectoniques de la Champagne.

II. — SONDAGES PROFONDS EN CHAMPAGNE.

Les sondages profonds en Champagne sont peu nombreux et assez mal connus; seuls cependant ils peuvent donner des renseignements sur l'allure tectonique dans cette région couverte d'une craie homogène où les subdivisions sont très fugaces et trop difficiles à suivre pour permettre de suivre les plis reconnus sur le pourtour de l'escarpement tertiaire.

I. *Environs de Vitry-le-François.* — M. Charles Lemoine, ingénieur des Ponts et Chaussées à Reims, nous a communiqué les résultats d'un sondage récemment effectué à Couvrot (Marne), près Vitry-le-François, par l'usine des ciments français de Boulogne-sur-Mer.

La coupe serait :

Alt. 97 m. 50.		
Marnes argileuses.....	133 m.	jusqu'à — 35 m. 50.
Argile noire très compacte..	67 m.	jusqu'à — 102 m. 50.
Argile vert jaune.....	5 m. 50	jusqu'à — 108
Sables verts.....	1 m. 85	jusqu'à — 109 m. 85.
Sables du Gault.....	3 m. 15	jusqu'à — 112
L'eau a jailli à 2 m. au-dessus du sol.		

Les renseignements fournis par ce puits de Couvrot sont à rapprocher de ceux fournis par celui de Courdemanges (alt. 100 m. environ?), localité très voisine où Cornuel¹ signale le Gault

1. CORNUEL. Formations situées immédiatement sous la craie, considérées par rapport aux puits artésiens. *C. R. Ac. S.*, IX, 1839, p. 277-278.

sur 129 m. 93, et Vitry-le-François où Cornuel et d'Archiac¹ mentionnent 123 m. 75 de Gault. A ce propos d'Archiac avait émis l'hypothèse que l'on avait dû confondre le Gault avec les sables et argiles de l'étage néocomien sous jacent; la découverte du niveau des sables verts à une altitude bien inférieure montre que cette hypothèse est erronée. Mais il serait difficile d'interpréter les résultats incomplets de ces sondages.

II. *Environs de Sainte-Menehould.* — Il existe dans cette ville un sondage profond² qui a atteint à + 61 m., une nappe aquifère que l'on pourrait supposer être celle des sables verts. La pompe donnait 83 m³ par jour; l'eau remontait à la cote + 144.

A Vienne-la-Ville (Marne)³ l'altitude étant de + 136 m., on est descendu jusqu'à la cote 41 m. 30 et on a rencontré les sables verts à la cote + 46 m. 60. L'eau est remontée à la cote 126 m. 55.

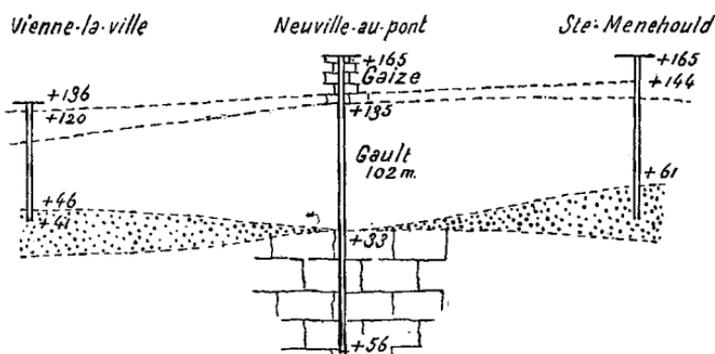


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE A TRAVERS LES PUIITS DE LA RÉGION DE SAINTE-MENEHOULD.

Long. : 1/120 000; haut. : 1/60 000.

Il est à noter que dans l'intervalle, à Neuville-au-Pont (alt. 165 m. 50), on a traversé 30 m. 40 de Gaize, 102 m. de Gault et qu'à cette altitude (cote + 33) on n'a trouvé ni eau, ni sables verts. Le puits a été continué dans des calcaires argileux (Aptien-Barrémien ?) jusqu'à la cote — 56.

1. D'ARCHIAC. Histoire des progrès de la Géologie, IV, 1851, p. 269.

2. E. A. MARTEL. A propos de la loi sur la santé publique A. F. A. S., Cherbourg, 1905, p. 1023 (il signale un puits atteignant les sables verts). IMBEAUX, etc., Annuaire des Alimentations en eaux, etc., p. 420 (Il signale un puits de 104 m.) l'alt. du sol étant de 165 m. env.; la cote de la nappe aquifère est donc de + 61 m. Ces données sont corroborées par les renseignements qu'a bien voulu donner M. Martel à M. Paul Lemoine.

3. Renseignement inédit de M. Martel.

Il est probable qu'il y a là un point analogue à celui des environs de Neufchâtel-en-Bray où le faciès argileux du Gault envahit tout l'Albien aux dépens des Sables verts.

On peut admettre, au moins provisoirement, que ce point aberrant de la Neuville-au-Pont correspond au passage d'un axe tectonique, probablement d'un anticlinal, par analogie avec ce qui se passe dans le Pays de Bray.

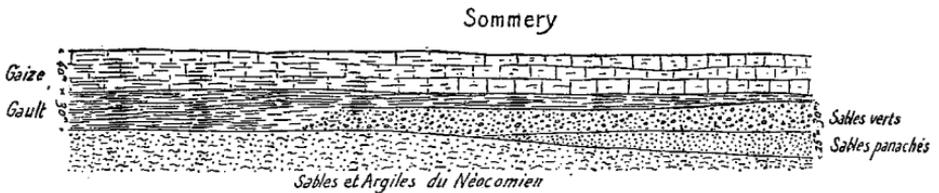


FIG. 3. — VARIATIONS DE FACIÈS D'ALBIEN DANS LE PAYS DE BRAY (d'après Paul LEMOINE. Géologie du Bassin de Paris, p. 151, fig. 66).

III. *Sondages à l'Ouest de Vitry-le-François.* — Quelques puits situés à l'Ouest de Vitry-le-François ont recoupé la nappe des Sables verts :

Nettancourt, maison du Val (Meuse) + 155 (pas d'eau).

Pargny-sur-Saulx (Marne) + 124.

Outines (Marne) + 50 (très peu d'eau).

A ces données il convient d'ajouter celle fournie par le sondage de Troyes¹; on sait qu'on y a rencontré le niveau aquifère des sables verts à — 25 m. (alt. du sol. 110 m.; craie sur 57 m., soit jusqu'à + 53 m.; Gault sur 78 m., soit jusqu'à — 25 m.).

Autres sondages. — Il convient de citer aussi les résultats fournis par d'autres sondages de la région, quoiqu'ils soient difficilement interprétables.

La surface supérieure des marnes à Ostracées de la base du Cénomaniens ne semble pas présenter des ondulations aussi importantes que celle des sables verts; d'après M. Laurent elle se trouve vers la cote 100 à Couvrot, Bassuet, Bassu, à la cote 110-115 à Changy et Vavray-le-Grand. Il semble donc qu'il y a là une vérification de l'allure des plis que M. Paul Lemoine² a signalée, à savoir la diminution de leur intensité pour les couches superficielles d'où résulte une plus grande épaisseur dans les régions

1. D'ARCHIAC. Histoire des progrès de la géologie, I, 1847, p. 75 et IV, 1851, p. 274. — WALFERDIN *Bull. Soc. géol. France*, XI, 1840, p. 29.

2. PAUL LEMOINE. Sur les plissements souterrains du Gault dans le Bassin de Paris. *C.R. Ac. Sc.*, CXXIX, 29 nov. 1909, pp. 1019-1021.

synclinales; c'est précisément ce qui se passe à Couvrot où la grande épaisseur des marnes à Ostracées et des argiles du Gault est encore un indice de région synclinale.

Sondage à Bassu (100 m. au N. du village), altitude 180 m.

Turonien (zone à <i>Ter. gracilis</i>).	
Marnes à la cote.....	126 m.
Banc dur.....	115
Marnes crayeuses à Ostracées.....	105
Fonds du puits.....	100

Sondage à Bassuet (200 m. à l'W. du village), altitude 136 m.

Turonien.	
Banc dur à la cote.....	120
Argiles crayeuses à Ostracées.....	102

A *Châlons-sur-Marne* (alt. 90 m. env.) on a trouvé de l'eau à 137 m. de profondeur soit à — 47 m. M. Imbeaux¹ a admis, probablement d'après Monet², qu'il s'agissait de la nappe située au contact du Sénonien et du Turonien; l'eau remonterait à 7 m. en contre-bas du sol, soit vers l'altitude 83 m.

M. Laurent fait remarquer que nulle part le contact du Sénonien et des marnes turoniennes à *Terebratulina gracilis* ne forme réellement niveau d'eau; ce sont les bancs compacts de calcaire marneux situés plus bas qui arrêtent les eaux d'infiltration lorsqu'ils ne sont pas trop fissurés. Des bancs compacts semblables s'observent à divers niveaux dans la craie blanche, ils alimentent notamment les nombreux forages exécutés autour de Reims et qui pour la plupart descendent vers la cote 0.

Entre Vitry-le-François et Sainte-Menehould les sources du Fion, de la Moivre, de l'Yèvre, de la Tourbe, de la Bionne, de la Dormoise, etc., sortent pour la plupart des fissures du Turonien ou même de la Craie blanche, mais non d'une zone de contact déterminée qui servirait de repère géologique, il est donc difficile de rien conclure de la rencontre d'une nappe d'eau au milieu de la craie.

Enfin le forage de Reims signalé par M. Cotteau³ aurait 300 m. de profondeur et aurait par suite atteint la cote — 215 m. M. Laurent a pu découvrir des renseignements nouveaux à son sujet; il aurait été exécuté en 1861 dans une usine de la rue Saint-

1. IMBEAUX. Annuaire des distributions d'eau, etc., 2^e éd., p. 416.

2. MONET. Alimentation en eau des communes de la Marne. *Bull. Soc. Agr., Comm. Sciences et Arts de la Marne*, 1899-1900.

3. COTTEAU. Exposition d'Histoire naturelle à Reims, A.F.A.S., 1880, p. 503.

Pierre-les-Dames, près la place Godinot et la coupe serait la suivante, d'après M. Laurent (séries d'échantillons conservées l'une au Lycée, l'autre à l'École de médecine de Reims; échantillons recueillis par M. Poulain, ancien maire de Reims).

Les cotes sont comptées à partir de la surface du sol.		
Terre végétale	— 8 m.	} Craie de Reims à <i>Bel. quadrata</i> et <i>Micraster fastiga-</i> <i>tus</i> .
Craie blanche compacte jusqu'à la	cote 75	
Craie plus grise	— 87	
Craie blanche compacte	— 130	
Craie grise banc compact	— 143	
Craie très blanche compacte	— 184	
Craie un peu grise compacte	— 200	
Craie grise compacte	— 212	
Craie grise compacte	— 220	
Craie grise	— 227	
Craie grise en petites couches	— 231	
Rognons de silex	— 233	
Craie avec rognons de silex	— 237	
Craie sans silex	— 239	
Craie grise par petites couches avec silex ..	— 244	
Craie blanche sans silex	— 247	
Craie un peu grise avec petits silex	— 251	
Craie blanche tendre argileuse avec fossiles.	— 253	
Craie grise dure avec pyrite de fer	— 257	
Craie grise marbrée siliceuse dure	— 259	
Craie grise argileuse	— 260	
Craie grise avec petits bancs d'argile	— 268	
Craie blanche friable	— 275	
Craie blanche avec argile	— 289	
Craie dure	— 292	
Argile? (illisible)	— 297	
Craie verdâtre marneuse	— 302	[Cénomaniien ?]

Il est donc vraisemblable qu'on n'a pas atteint les sables verts; mais le niveau argileux et la craie verdâtre marneuse pourraient indiquer le Cénomaniien inférieur.

III. — COMPARAISON AVEC LES DONNÉES TECTONIQUES CONNUES SUR LA BORDURE DE LA CHAMPAGNE.

A) Les données tectoniques que l'on possède sur la bordure orientale de la Champagne sont très minimes. Cette région n'a encore fait l'objet d'aucune étude d'ensemble à ce point de vue.

Cependant, il existe deux points assez singuliers que l'on peut noter sur la Carte géologique à 1/80 000 et que M. Paul Lemoine a pu aller vérifier récemment.

1° Dans la vallée de l'Aire, sur sa rive gauche, près d'Apremont, le Crétacé inférieur (Albien) repose sur le Kimeridgien, sauf en un point où il repose sur le Portlandien. Il semble donc qu'il y ait en ce point un synclinal arasé au moment de l'émergence du Crétacé inférieur (fig. 4-5).

Or ce synclinal se trouve précisément sur le prolongement de la bande de meulière qui va du mont de Berru à Sommepey.

2° Dans la vallée de l'Ornain, près de Bar-le-Duc, on voit le Portlandien supérieur et le Crétacé inférieur (Néocomien, Barrémien, Aptien) disparaître brusquement en passant de la rive gauche au Sud, à la rive droite au Nord. Cette disparition n'est

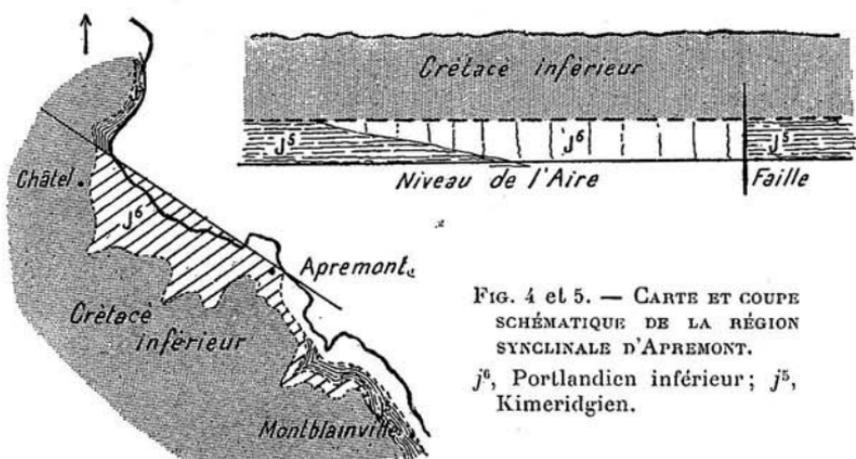


FIG. 4 et 5. — CARTE ET COUPE SCHÉMATIQUE DE LA RÉGION SYNCLINALE D'APREMONT.

j^6 , Portlandien inférieur; j^5 , Kimeridgien.

pas due simplement à une érosion qui aurait fait disparaître le Crétacé inférieur avant le dépôt de l'Albien; elle coïncide, en effet, avec un changement de faciès très net du calcaire à Spatangues. Celui-ci forme des bancs presque continus dans la vallée de la Marne; il n'est plus représenté sur la rive gauche de l'Ornain que par des lentilles sporadiques, disséminées au milieu d'argiles. M. Paul Lemoine a observé d'ailleurs des faits analogues en suivant la disparition du calcaire à Spatangues vers le Sud du bassin de Paris, par exemple, aux environs de Cosne, sur la rive droite de la Loire.

Il semble donc que la rive droite de l'Ornain ait constitué un point haut que les mers néocomiennes n'avaient pas couvert. Celles-ci auraient été localisées ici dans une région basse qui coïncide précisément avec le prolongement du synclinal de Vitry-le-François.

Il paraît difficile pour l'instant de suivre ces plis vers l'Est, et de les raccorder à ceux que M. Nicklès, M. Joly et d'autres ont fait connaître en Lorraine. M. Paul Lemoine poursuit en ce moment l'étude tectonique du Jurassique supérieur de cette région, grâce à la mission Fontannes que la Société géologique lui a confiée. Il pense dès à présent qu'en ce qui concerne le Jurassique de la vallée de la Meuse, les indications que l'on a cru relever¹ jusqu'à présent sont sujettes à caution, à cause du caractère récifal des couches qui empêchent d'accorder beaucoup de confiance et de valeur aux variations d'altitude de ces couches.

B) La bordure occidentale de la Champagne est, au contraire, assez bien connue grâce aux travaux de G. F. Dollfus :

1° On est amené ainsi à voir le prolongement de la bande nord des meulières dans la fosse de Soissons, mise en évidence par les courbes de G. F. Dollfus et le synclinal de la Somme.

2° De même on est amené à penser que le synclinal de Vitry-le-François et la bande sud des terrains tertiaires se continuent par le Mont-Aimé qui occupe également une position synclinale, grâce à laquelle d'importants lambeaux de calcaire pisolithique ont été conservés.

De là, il jalonne le bord ouest du prolongement du Pays de Bray, dont l'allure synclinale est nettement mise en évidence par la cuvette de craie de Pont-Sainte-Maxence ; puis il suivrait tout le bord nord-ouest du Pays de Bray.

Il est probable d'ailleurs que cette conception des anticlinaux et des synclinaux est un peu simpliste et que les couches forment beaucoup plutôt une série de cuvettes et de dômes, plus ou moins alignés. La région de Vitry-le-François serait l'une de ces cuvettes analogues à celle de Paris, à celle de Soissons et aussi à celle de Brannay (Yonne) qu'un récent sondage a mise en évidence.

1. J. VIDAL DE LA BLACHE. Étude sur la vallée lorraine de la Meuse. Paris, A. Colin, 1908, 190 pp., 8 pl. (voir pp. 33, 35, 49).

SUR UNE PLANTE FOSSILE NOUVELLE DES CALCAIRES
MARNEUX DU BOIS D'ASSON (BASSES-ALPES) ET SUR UN
FRUIT DE NYMPHÉACÉE DU MÊME GISEMENT

PAR **P. H. Fritel**¹

PL. XXII

Les empreintes étudiées dans cette note appartiennent à la collection paléontologique de l'École nationale des Mines ; elles m'ont été obligeamment communiquées par M. Zeiller, membre de l'Institut, auquel j'adresse ici mes sincères remerciements.

L'une d'elles constitue une espèce et un genre nouveaux pour la flore tertiaire. Je la décrirai sous le nom de :

SEMECARPITES LINEARIFOLIUS., n. g., n. sp.

Pl. XXII, fig. 1.

L'échantillon qui donne lieu à la diagnose suivante étant jusqu'à ce jour unique, les caractères génériques se confondent nécessairement avec ceux qui sont énumérés dans la description de l'espèce.

Feuille simple, largement linéaire, très légèrement spatulée, la largeur moyenne du limbe étant contenue trois fois dans la hauteur. Limbe cordé et un peu inéquilatéral à la base, arrondi et émarginé (?) au sommet, de telle sorte que les deux extrémités sont presque semblables. Bords simples ou très faiblement ondulés. Pétiole nul. Nervation pennée ; nervure médiane relativement forte et d'épaisseur presque égale dans toute sa longueur.

Les nervures secondaires, au nombre de 18-19 paires, sont régulièrement opposées (14 paires) dans la moitié inférieure du limbe et au sommet, elles sont accidentellement alternes (4-5 paires) sur une petite partie de la longueur de la médiane. Émises à angle droit sur celle-ci, elles sont sensiblement parallèles et assez régulièrement équidistantes, les deux premières sont décombantes et légèrement infléchies en ω . Droites ou très faiblement flexueuses à partir du point d'émission jusque très près de la marge, elles se bifurquent alors, formant ainsi une sorte d'Y placé horizontalement. Pour chacune des nervures, la

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1912.

branche supérieure de l'Y se relève en se courbant le long de la marge et forme, en se reliant avec la branche inférieure de la nervure immédiatement superposée, un arceau qui ferme ainsi complètement l'aire comprise entre deux nervures consécutives. Ce premier arceau en supporte un second qui, en reliant les deux branches de l'Y formé par la bifurcation de la nervure secondaire génératrice, donne à celle-ci l'apparence d'une raquette de tennis, aspect qui est complété par le réseau de mailles plus ou moins régulières qui occupe l'espace compris entre les branches de l'Y. Au-dessus de ce second arceau il s'en montre un troisième et quelquefois un quatrième; cet ensemble constitue alors une campodromie bien nette. La partie convexe de ces arceaux successifs touche à la marge qui est accompagnée d'un bourrelet très fin, mais cependant bien visible, surtout sur l'un des côtés du limbe.

Les nervures secondaires sont réunies entre elles par des nervures tertiaires émises à angle droit, c'est-à-dire presque parallèlement à la nervure médiane et aux bords de la feuille. Ces nervures délimitent de grandes mailles polygonales disposées en deux séries, opposées par leur sommet et dont la surface est elle-même occupée par un réseau ultime, très difficilement visible sur l'empreinte et dont les mailles sont généralement rectangulaires ou carrées. Des nervures du même ordre occupent l'aire comprise entre les branches de l'Y et les arceaux marginaux, dont il a été question précédemment. La consistance de la feuille était vraisemblablement coriace.

Hauteur du limbe.....	63 mm.
Largeur à la base.....	19 —
— au 1/4 supérieur.....	23 —

Gisement : calcaires-marneux aquitaniens de Manosque, gisement du Bois d'Asson (Basses-Alpes).

Coll. École des mines de Paris (legs Nalin, 1894).

C'est dans la famille des *Anacardiacées* que se rencontrent les types foliaires pouvant le mieux supporter la comparaison avec l'organe fossile que je viens de décrire. Je pourrais citer dans cette famille plusieurs genres qui s'en rapprochent plus ou moins, mais celui dans lequel les analogies se montrent les plus nombreuses et les plus frappantes est le genre *Semecarpus*. Dans ce dernier, une espèce indienne : *Semecarpus anacardium* LINNÉ, doit être retenue comme étant particulièrement voisine. On peut se rendre compte, par l'examen comparatif des figures suivantes, des rapports et des différences qui existent entre l'empreinte aquitaniennne et les feuilles de l'espèce actuelle à laquelle

je la compare. L'une de ces figures est la reproduction par auto-impression, d'une feuille du *Semecarpus anacardium* var. *obtusisculum*, n° 370 de l'Herbier du voyage de Jacquemont aux Indes.

Bien qu'à première vue ces organes paraissent dissemblables, grâce surtout à la différence qui se manifeste dans l'émission des nervures secondaires, on peut remarquer que cette différence est plus apparente que réelle puisque l'émission à angle droit, si caractéristique dans l'organe fossile, est, en somme, réalisée dans la partie inférieure du limbe de l'espèce vivante, comme l'indique très nettement la figure

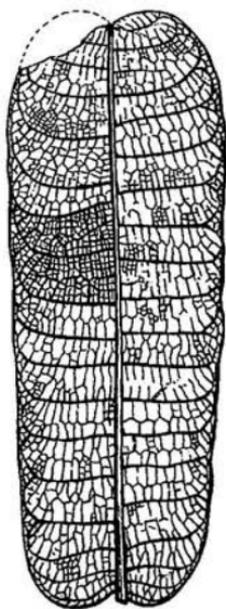


FIG. 1. — *Semecarpites linearifolius* FRITEL. Feuille légèrement grandie pour montrer les détails de la nervation.

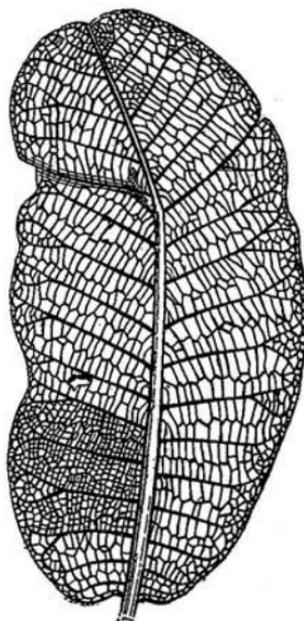


FIG. 2. — *Semecarpus anacardium* LINNÉ, actuel de l'Inde tropicale. Auto-impression d'une feuille un peu réduite.

De plus, quand on s'attache à l'analyse des détails de la nervation, on voit que les différences sont bien minimes et résultent, pour la plupart, d'une dissemblance marquée dans la forme du limbe.

En ce qui concerne les rapports et les différences existant entre ces organes, j'appellerai l'attention du lecteur sur les points suivants :

Rapports. — 1° Identité de forme de la base et du sommet du limbe et conformité absolue des détails de la nervation dans la partie inférieure de ce dernier. 2° Dichotomie identique des nervures secondaires et même camptodromie de leur extrémité; les

branches de l'Y étant néanmoins plus ouvertes sur le fossile. 3° Identité dans le parcours des nervures tertiaires et la disposition du réseau ultime. 5° Présence d'un fin bourrelet marginal.

Différences. — 1° Parallélisme beaucoup plus accentué des bords du limbe dans la feuille fossile et constance de l'angle d'émission des nervures secondaires, lequel varie, de la base au sommet de la feuille, dans l'espèce vivante. 2° Longueur du pétiole qui, nulle dans l'espèce aquitanaïenne, fait au minimum le dixième de la hauteur du limbe dans *S. anacardium*. 3° La dichotomie des nervures secondaires est généralement réalisée, sur l'espèce vivante, en un point beaucoup plus éloigné du bord que sur l'espèce fossile. 4° Dans le *Semecarpites* la largeur du limbe est comprise trois fois dans sa hauteur alors que dans le *Semecarpus* indien ces dimensions sont dans le rapport de 2 à 1.

Le *Semecarpites linearifolius* vient s'ajouter aux quelques types asiatiques qui se montrent dans les gisements aquitaniens des Basses-Alpes, et peut être considéré comme l'une des formes les plus curieuses du groupe de végétaux à physionomie exotique et tropicale signalée par de Saporta à Céreste et à Manosque¹.

L'aire de répartition de l'espèce vivante à laquelle je compare le *Simecarpites linearifolius* s'étend au pied de la chaîne himalayenne du Sirmür au Sikkim².

Parmi les espèces fossiles rapportées aux Anacardiées je n'en retiendrai que deux présentant quelques analogies avec l'espèce décrite ici.

C'est d'abord l'*Anacardites anaphresium* SAPORTA³ d'Armissan, appartenant par conséquent au même niveau géologique, et qui ne diffère du *Semecarpites linearifolius* que par la forme du limbe, qui est lancéolé oblong, atténué à la base et au sommet, ainsi que par la présence d'un pétiole. On constate également quelques différences dans les détails de la nervation, les nervures secondaires étant émises sous un angle aigu dans l'espèce narbonnaise.

La seconde espèce à signaler est l'*Anacardites curta* FRIED. de l'Oligocène inférieur de Bornstedt⁴ dont les rapports avec l'espèce décrite ici se manifestent dans la disposition des nervures secondaires et tertiaires mais qui en diffère essentiellement par la forme du limbe, longuement acuminé au sommet et la denticulation très prononcée de la marge.

1. *Revue générale de Botanique*, t. III (1890), p. 226 et suivantes.

2. J. D. HOOKER. *Flora of Bristich India*, vol. II, p. 31.

3. DE SAPORTA. *Flore d'Armissan. Ann. Sc. nat. botanique*, (5^e), t. IV, 1875, pl. XIII, fig. 7.

4. SCHENK in ZITTEL. *Traité de Paléont.*, II^e partie, t. IV, p. 527, fig. 309, 5.

Je rappellerai pour mémoire qu'un fruit d'Anacardiacee décrit sous le nom de *Getonia petræformis* par Unger et plus tard par de Saporta sous celui d'*Heterocalyx*, est considéré par Engler, monographe de cette famille, comme voisin du genre *Parishia*, ce qui permet d'admettre l'existence, en Europe, pendant la première moitié de la période tertiaire, d'un type végétal, habitant aujourd'hui la presqu'île de Malacca et les îles Andaman et Tavoy¹.

La présence du genre *Pistacia* dans le gisement de Manosque a été également reconnue par Marion d'une manière certaine.



FIG. 3. — Fruit ou torus de *Nelumbo* montrant la disposition des carpelles dans les alvéoles discales. Un peu réduit.

La seconde empreinte étudiée dans cette note se rapporte à une espèce décrite antérieurement par de Saporta sous le nom de *Nelumbium protospeciosum*². Son examen permet de préciser certains détails de l'organisation de cette belle Nymphéacée.

En effet, dans la description de son *N. protospeciosum*, de Saporta signale la découverte dans le gisement du Bois d'Asson d'un torus qu'il représente (pl. iv, fig. 2) et qu'il considère non point comme un fruit développé mais comme un gynécée ou appareil floral détaché de son pédoncule immédiatement après l'anthère, mais il ne donne aucun détail quant à la disposition des carpelles dans cet organe.

1. SCHENK in ZITTEL. *Loc. cit.*, p. 526.

2. DE SAPORTA. Recherches sur la végétation du niveau aquitain de Manosque *Mém. Soc. géol. de France, Paléont.*, mém. n° 9, 1891, p. 18.

L'empreinte figurée dans la planche qui accompagne cette note et qui est due à la chute au fond de l'eau d'un organe identique arrivé à son complet développement, permet dans une certaine mesure de constater que la disposition de ces carpelles était identique à celle qui est réalisée dans le fruit du *Nelumbo* actuel. Ce dernier (fig. 3) affecte la forme d'une petite pomme d'arrosoir, et c'est dans sa partie discale que s'ouvrent les alvéoles dans lesquelles les akènes sont incrustés.

Dans l'espèce fossile ces akènes devraient être au nombre de 19-21, chiffre qui correspond à celui que l'on constate le plus communément chez le *Nelumbium luteum* actuel de l'Amérique du Nord.

Au cours de la fossilisation, la décomposition du réceptacle en forme de cône renversé ayant été plus accélérée que celle des akènes, ceux-ci purent s'enliser graduellement dans la vase du fond tout en conservant leur position respective. La pression exercée ensuite sur le sédiment les a légèrement rejetés les uns sur les autres comme le montre la figure 2 de la planche XXII.

Les figures 3, 4, 5, qui complètent cette planche se rapportent à un rameau fructifère d'*Andromeda narbonensis* SAPORTA d'une parfaite conservation. Il provient d'Armissan (Aude) et, comme les empreintes dont il vient d'être question, appartient aux collections paléobotaniques de l'École des Mines de Paris.

J'ai cru utile de reproduire par la photographie cet échantillon beaucoup plus complet que celui figuré par de Saporta¹, dans son étude sur la flore fossile du Bassin de Narbonne. L'échantillon figuré ici montre très nettement la disposition des organes reproducteurs groupés en grappes axillaires (fig. 3) et supportés par de courts pédicelles articulés, le plus souvent déjetés du même côté (fig. 4). Ces fruits présentent divers degrés de développement ; sur les uns les valves sont encore conniventes, sur les autres, plus avancés, elles sont, au contraire, dressées et entr'ouvertes (fig. 4 et 5) et montrent alors une parfaite conformité avec les valves des capsules des *Leucothoe* actuels. On peut donc constater la structure capsulaire de ces fruits à valves écartées et à déhiscence loculicide indiquée par de Saporta dans la description détaillée de son *Andromeda narbonensis*. A la suite de son étude, ce savant fait remarquer que l'anomalie apparente de cette structure ne constitue qu'une particularité spécifique dont on ne rencontre que très peu d'exemples dans la flore actuelle.

1. DE SAPORTA. Flore d'Armissan et de Peyriac, *loc. cit.*, pl. VIII, fig. 1.



FIG. 1. — CARRIÈRES DES ROCHES DE VIGNY. Calcaire pisolithique.

EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
A VIGNY¹ ET A MEULAN (SEINE-ET-OISE)

le 17 mars 1912.

Sous la conduite de MM. G.-F. DOLLFUS et PAUL LEMOINE

ÉTUDE DE LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DU CALCAIRE PISOLITHIQUE

Compte rendu de l'excursion par M. Paul Lemoine.

I. — CALCAIRE GROSSIER A US-MARINES

A Us-Marines, la Société examine d'abord les tranchées de la gare, récemment rafraîchies, faites à l'occasion du doublement de la voie. Ces tranchées montrent le contact des Sables de Cuise (non fossilifères) et du Calcaire grossier ; on remarque que la limite est constituée par un niveau à petits galets de silex noirs, roulés, mais ayant conservé une forme beaucoup plus irrégulière que ceux qui caractérisent le niveau de Sinceny au sommet du Sparnacien, de taille inférieure, et mélangés d'autres cailloux.

On peut noter que ce contact se fait ici à l'altitude de 51 à 53 m. environ, tandis qu'il se trouve vers 108 m. à Vigny. Le caractère

1. La Société n'avait pas été à Vigny depuis 1855 (Réunion extraordinaire à Paris, *B.S.G.F.*, (2), XII, p. 1321).

synclinal de la vallée de la Viosne à Us-Marines et le caractère anticlinal de la vallée de l'Aubette à Vigny ressortent donc nettement de ces chiffres.

Dans le détail, M. G.-F. Dollfus fait remarquer l'existence de deux petits anticlinaux et synclinaux assez nets ayant quelques mètres d'amplitude.

M. Léon Bertrand ne pense pas qu'on puisse leur attribuer une valeur tectonique bien précise. Il ne faut voir dans ces petits accidents que les résultats habituels de la descente des couches sur la pente d'une vallée.

M. G.-F. Dollfus fait observer que cet accident dirigé du N.W. au S.E. est exactement orienté comme le synclinal que suit la Viosne.

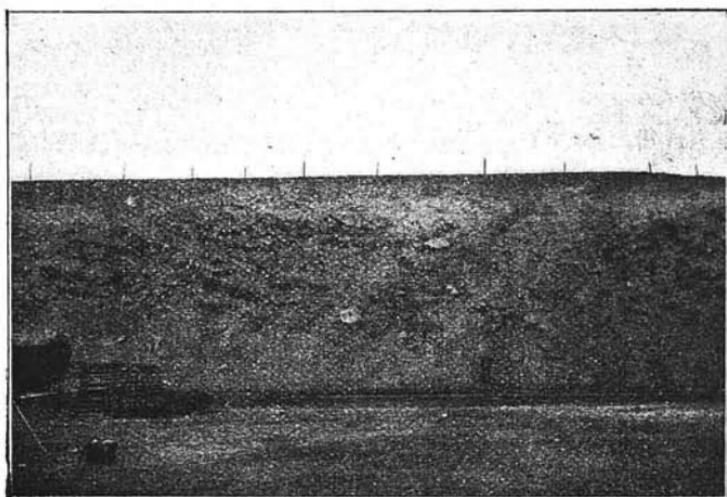


FIG. 2. — TRANCHÉE DE LA GARE, A US-MARINES. Calcaire grossier inférieur et sables yprésiens.

Le trajet d'Us-Marines à Vigny s'effectue en voiture. On s'arrête cependant au-dessus de Vigny pour se rendre compte du panorama de la vallée de l'Aubette et de la position d'ensemble de la lentille de calcaire pisolithique, marquée dans la topographie par les bois qui la recouvrent, et ressortant au milieu de la masse crayeuse, cultivée, qui l'entoure à la même altitude.

Il existe du calcaire pisolithique aussi bien sur la rive droite que sur la rive gauche de la vallée de l'Aubette, ainsi que M. G.-F. Dollfus l'a reconnu sur la 2^e édition de la Carte géologique (n^o 48, Paris).

II. — CALCAIRE PISOLITHIQUE DU BOIS DES ROCHES

A Vigny, la Société se rend dans le Bois des Roches, appartenant à M. le comte Vitali qui a bien voulu en autoriser l'accès et mettre fort gracieusement l'un de ses gardes à la disposition de la Société.



FIG. 3. — CARRIÈRE DES ROCHES, A VIGNY. Calcaire pisolithique.

La principale carrière est bien connue ; on y a exploité à la base, pour moellons et pierres de taille, un calcaire pisolithique qui est constitué en réalité par un agglomérat de fossiles plus ou moins roulés (Gastropodes, Lamellibranches ; baguettes d'Ourins, Polypiers, débris de *Lithothamnium*) réunis par une boue calcaire durcie autour desquels s'est déposé secondairement une couche de calcite. L'attention de la Société est attirée sur la partie supérieure de la carrière. On y trouve au-dessus de l'important calcaire de base, un faciès pulvérulent, détritique, blanc ou jaunâtre, rempli de fossiles, relativement bien conservés.

M. G.-F. Dollfus pense que ce faciès ameubli est dû à l'action des eaux météoriques sur le calcaire sous-jacent.

M. Paul Lemoine croit qu'il y a entre les deux faciès une sensible différence tenant au mode de dépôt. En effet, bien qu'on trouve dans l'ensemble les mêmes fossiles, il y a dans le faciès détritique prédominance des baguettes d'Oursins et des *Lithothamnium*, rarement des Polypiers et des gros Mollusques, de sorte qu'il est difficile d'admettre que les deux faciès dérivent l'un de l'autre par décalcification.



FIG. 4. — CALCAIRE DES CRAUS, A VIGNY, en amont de celle des Roches.
Calcaire pisolithique et Craie.

Ce faciès détritique est lui-même surmonté par un faciès crayeux où s'intercalent de gros silex et où l'on n'a trouvé, au moins à cet endroit précis, aucun fossile.

Une discussion s'engage au sujet de ce faciès crayeux.

M. G.-F. Dollfus pense qu'il s'agit simplement d'éboulis de la craie.

M. Paul Lemoine fait remarquer que nulle part dans la région, la craie n'est actuellement à une altitude notablement supérieure à celle-ci. Il faudrait donc admettre que ces éboulis se soient produits avant l'époque sparnacienne, aux dépens d'escarpements de craie détruits entre le Sénonien et le Sparnacien.

Il croit qu'il serait plus plausible d'admettre que ce faciès crayeux s'est déposé à la fin du dépôt du calcaire pisolithique et qu'il est une récurrence du « faciès craie » après la formation du « faciès récifal » local du calcaire de Vigny.

M. Léon Bertrand pense qu'il pourrait s'agir là de dépôts provenant d'un remaniement d'affleurements crayeux, à la fin du dépôt du calcaire pisolithique.

On décide de se transporter dans les carrières suivantes, situées un peu plus haut dans le Bois des Roches.

Le sol est constitué par le calcaire pisolithique dur. Au-dessus on retrouve le faciès détritique analogue à celui de la carrière précédente.

M. de Boury signale un point qu'il avait exploité autrefois et qui contient des fossiles fort bien conservés, parfois avec leur test, et généralement recouverts d'une petite couche de calcite.

Au-dessus de ce faciès détritique, le faciès crayeux est bien développé; la discussion reprend à son sujet.

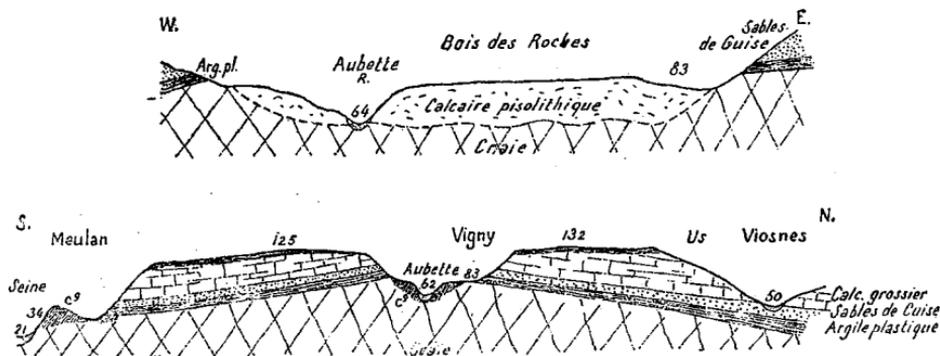


FIG. 6 et 7. — COUPES SCHÉMATIQUES MONTRANT LA POSITION DU PISOLITHIQUE DE VIGNY.

Légende de la Carte géologique de la France.

M. Paul Lemoine fait remarquer que l'on trouve des blocs dont l'une des faces présente le faciès crayeux très net et dont l'autre montre des débris de fossiles du calcaire pisolithique (*Lithothamnium*, etc.). Le synchronisme de ces dépôts crayeux avec le calcaire pisolithique paraît donc bien établi et la notion d'éboulis doit être écartée.

MM. G.-F. Dollfus et Léon Bertrand recueillent des blocs anguleux de craie au milieu du calcaire pisolithique dont quelques-uns avec des perforations, dues probablement à des Lithodomes. Il semble donc que des débris de craie aient été remaniés par la mer du calcaire pisolithique. Par suite, des escarpements de craie, ou tout au moins, des affleurements à découvert de celle-ci auraient existé au moment du dépôt de la mer du calcaire pisolithique, et celui-ci serait donc postérieur à la craie.

M. Paul Lemoine croit que cet argument peut être retourné. Si cette craie provenait d'escarpements continentaux préexistant au dépôt du

calcaire pisolithique, on ne trouverait presque pas de galets de craie et au contraire les silex devraient être nombreux et roulés; mais, tous les silex que l'on rencontre ici sont entiers et ont conservé leurs moindres aspérités.

La coupe est la suivante :

Terre végétale, Limon.....	0,20
Craie jaunâtre, avec silex entiers non roulés.....	0,80
Calcaire pisolithique (faciès détritique à <i>Lithothamnium</i>)..	1,00
Calcaire pisolithique dur, exploité.....	13,00

D'autre part il est difficile d'admettre l'existence d'escarpements sous-marins, dominant les calcaires pisolithiques de Vigny; ceux-ci en effet, d'après la nature de leurs fossiles se sont déposés presque au niveau de balancement des marées.

Il croit que l'existence de débris crayeux avec fossiles du calcaire pisolithique faisant partie de la masse même, prouve que ces dépôts à faciès crayeux se sont déposés en même temps que le calcaire pisolithique et lui sont contemporains. Quelques-uns auraient été roulés sur place et perforés, comme il arrive pour les galets calcaires des plages littorales ou sublittorales.

Il estime donc que l'on a là une récurrence du faciès « craie » au-dessus du calcaire pisolithique.

III. — CALCAIRE PISOLITHIQUE DE LA TRANCHÉE DU TRAMWAY

La Société sort alors du Bois des Roches pour examiner la tranchée, creusée à son extrémité pour le passage de la ligne du chemin de fer d'intérêt local de Meulan à Magny. On a recoupé là,

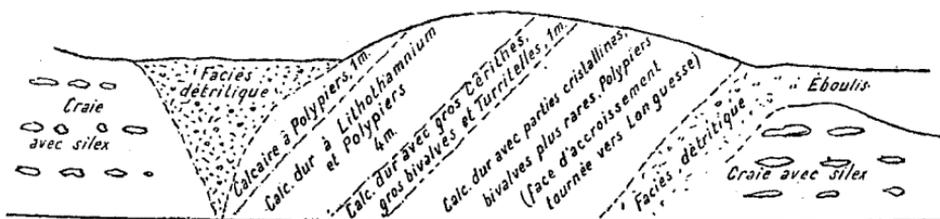


FIG. 8. — COUPE, RELEVÉE EN 1911, AU PROMONTOIRE DU BOIS DES ROCHES, A VIGNY

vers l'altitude 64 m., la craie et le calcaire pisolithique. Actuellement on ne voit plus qu'une masse de calcaire dur d'environ 20 m. de largeur; sur ses deux bords, on trouve le faciès détritique et plus loin la craie avec des silex formant des bancs horizontaux.

A l'époque où se faisaient les travaux, les faits étaient plus nets. MM. Colas, Jodot, Lemoine et Ramond qu'accompagnait M. Guillaume, avaient pu distinguer dans la masse calcaire des bancs successifs, caractérisés par leurs fossiles prédominants (fig. 8). Ces bancs se présentaient en couches fortement inclinées et se prolongeaient sur l'emplacement actuellement occupé par la voie ferrée jusqu'à la route.

Ces calcaires, dont d'importants blocs ont été transportés au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, contiennent de très nombreux Polypiers. Leur caractère récifal ne peut être mis en doute¹. Leur âge seul est discutable.



FIG. 9. — TRANCHÉE DU CHEMIN DE FER, PRÈS DE LA HALTE DE VIGNY (Bois des Roches), latérale au chemin de Vigny à Longuesse et Meulan. Calcaire pisolithique.

Sur le bord ouest de ce promontoire, la craie est bien caractérisée par des fossiles : *Belemnites mucronata*, *Ananchytes ovata*, *Inoceramus*, *Rhynchonella*.

Cependant, en plusieurs points, à la base, M. Paul LEMOINE a trouvé à diverses reprises des bancs de craie avec *Lithothamnium* et

1. PAUL LEMOINE. Sur la nature récifale du Calcaire pisolithique de Vigny et de Montainville (Seine-et-Oise). *C.R. Somm. Séances Soc. géol. Fr.*, 15 mai 1911, p. 96-97.

des silex recristallisés¹ avec *Lithothamnium* qui paraissaient nettement interstratifiés avec la craie. Il n'a pas cru, au moment où il les a vus, pouvoir admettre l'hypothèse qu'ils étaient éboulés.

Sur le bord oriental, la craie disparaît assez vite tout en restant à une faible hauteur. Elle est recouverte par du calcaire pisolithique et en certains points par le faciès détritique qui a fourni de beaux exemplaires de *Lithothamnium* fructifiés, des débris importants de test et des baguettes de *Cidaris Forchammeri*, de nombreux *Lithodomes*, etc. Il y avait là au niveau de la voie ferrée une petite sablière qui a été rebouchée.

Plus loin, vers le village de Longuesse, on voit réapparaître la craie et l'on aperçoit la carrière de craie typique de Longuesse que l'on verra l'après-midi.

IV. — ENVIRONS DE VIGNY ET LONGUESSE.

Après le déjeuner, quelques membres vont, sous la conduite de M. G.-F. DOLLFUS, se rendre compte de la succession des dépôts tertiaires (Calcaire grossier, Sables de Cuise, Argile plastique) sur le bord de l'escarpement qui domine Vigny au Nord et sur la route de Theméricourt.

Voici le sommaire des couches examinées :

Calcaire grossier supérieur. Banc vert visible à.....	123 m.
Couches suivantes visibles jusqu'à.....	130 m.
Calcaire grossier moyen et inférieur de.....	108 à 120 m.
Couleur verdâtre, épaisseur 15 m., ravinement à la base.	
Sables fauves et verdâtres de Cuise, de.....	100 à 108 m.
Galets noirs à la base. Épaisseur 8 m.	
Lignites du Soissonnais, lits ligniteux de.....	96 à 100 m.
Niveau d'eau au sommet. Épaisseur 4 m.	
Sommet de la Craie (absorbant) à.....	96 m.

D'autres, guidés par M. PAUL LEMOINE, se rendent à pied à Longuesse, en passant derrière le Bois des Roches.

A la montée, on constate à la fois dans les coupures de la route et dans les champs fraîchement labourés, la présence de la craie. Mais sur le sommet, à hauteur du Bois des Roches, on trouve sur la bordure de celui-ci et dans les champs, de nombreux blocs de calcaire pisolithique. L'épaisseur de celui-ci est ici forcément très réduite et il se termine en biseau. Plus loin

1. Ces échantillons contiennent des galets de silex, recimentés par de la silice qui englobe les Polypiers et des *Lithothamnium*. Ce sont de véritables conglomérats de base.

encore, à la même altitude vers le bord du Parc, les labours atteignent la craie immédiatement au-dessous de l'argile plastique à une altitude de 100 m. bien supérieure à celle du calcaire pisolithique.

En redescendant vers Longuesse, toute la descente est dans la craie. Celle-ci est bien visible dans les tranchées du chemin d'accès à la gare et dans la carrière où toute la Société se retrouve réunie.

V. — LA CRAIE DE LONGUESSE.

La carrière de Longuesse est constituée par de la craie typique, avec bancs de silex horizontaux. On y trouve : *Ostrea vesicularis*, *Belemnitella mucronata*, *Ananchites gibbus*, *An. ova-tus*, *Rhynchonella plicatilis*, de sorte que sa position dans le Sénonien supérieur ne paraît pas pouvoir faire de doute.

VI. — CALCAIRE PISOLITHIQUE DE MEULAN.

Les voitures transportent ensuite la Société à Meulan. Il y a là, près de l'usine à gaz, un petit gisement de calcaire pisolithique. Son aspect lithologique est un peu différent de celui du calcaire de Vigny ; c'est un calcaire, à grains fins, un peu saccharoïde, où se trouvent disséminés çà et là des nodules de grosseur variable, plus durs, qui restent en relief sur les surfaces d'érosion légèrement décalcifiées. Ce calcaire pisolithique s'observe depuis le fond de la vallée. Il se trouve nettement en contre-bas de celui que l'on observe près de la gare de Meulan, au-dessus de la voie.

M. Paul Combes découvre dans le calcaire pisolithique altéré qui forme talus derrière l'usine à gaz, quelques fragments de test d'Echinide plus ou moins déterminables.

Les tranchées d'Hardricourt, immédiatement à l'Ouest de la gare de Meulan, montraient autrefois une belle coupe de calcaire pisolithique. On voyait son contact avec la craie et on le soupçonne encore maintenant. Ce calcaire pisolithique était d'ailleurs dans un état spécial, celui de l'argile de décalcification (analogue aux marnes dites strontianifères de Meudon) dans lesquelles il ne reste que des petits nodules calcaires plus durs. Il semble que ce soit un type extrême de la décalcification du calcaire pisolithique, dont on a vu un commencement à l'usine à gaz. Ces marnes à nodules de calcaire pisolithique sont surmontées par de l'argile plastique, mal visible actuellement, reconnaissable seulement aux petits galets de silex roulés, noirs (niveau de Sinceny)

qui se sont éboulés sur les marnes à nodules et à ses lits ligniteux à *Cyrena cuneiformis* (tranchée de Mezy).

M. Paul Lemoine pense qu'il n'y a aucune preuve de l'identité de l'âge des calcaires pisolithiques de Vigny et de Meulan. Il rappelle que Munier-Chalmas pensait déjà de cette façon. Les calcaires pisolithiques de toute la vallée de la Seine (Meudon, Port-Marly, Saint-Germain, Meulan, etc.) se présentent en couches à peu près continues, superposées à la craie, offrant presque toujours le même faciès et une épaisseur réduite.

Au contraire, ceux de Vigny et de Montainville, dont le caractère récifal est très net, se présentent en lambeaux discontinus, ayant une puissance considérable et placés dans des cuvettes de la craie.

Le général Jourdy pour expliquer cette position, admettrait volontiers qu'au moment des derniers plissements qui ont affecté le Bassin de Paris, les masses dures du calcaire pisolithique se sont enfoncées dans la craie plus tendre.

M. Paul Lemoine fait remarquer que les récifs coralligènes ne se déposent pas dans les dépressions, ni sur le bord d'escarpements, mais au contraire sur des points-hauts.

S'inspirant de ce fait que les gisements de Vigny et de Montainville se trouvent sur des points hauts, il propose l'hypothèse suivante :

A la fin du dépôt de la craie, il existait sur l'emplacement des anticlinaux actuels, des points hauts des plages sublittorales ; en certains de ces points privilégiés, s'établissaient des récifs coralliens. Pendant ce temps, des couches de craie continuaient à se déposer sur leur pourtour en 3, 4, 5. — A la fin du dépôt de la craie, il se serait formé une couche continue de craie 6, à la fois, envahissant et recouvrant le récif corallien. C'est cette couche dont on retrouverait des traces au-dessus du calcaire pisolithique dans les carrières du Bois des Roches.

Le tout aurait été ensuite arasé par l'érosion continentale avant le dépôt de l'argile plastique.

M. Pervinquière objecte contre cette hypothèse que le passage latéral se fait très brusquement.

M. Paul Lemoine reconnaît que c'est effectivement la grosse objection que l'on puisse faire à sa manière de voir.

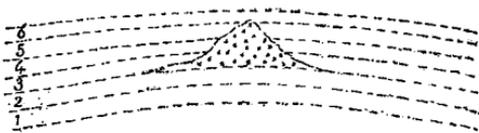


FIG. 10. — SCHEMA D'UN RÛCIF DE CALCAIRE PISOLITHIQUE A VIGNY.

DISCUSSION (*Séance du 1^{er} Avril 1912*).

Le général **Jourdy** voit dans la deuxième des carrières visitées à Vigny, un récif corallien en place (avec ou sans traces de fausse stratification) adossé à une paroi de craie, qui, en raison de sa plasticité, a dû se mouler contre le roc dur du récif au moment du déploiement des effets dynamiques qui ont élevé l'ancien fond de mer à son altitude actuelle. Cet effet de contact de roches de dureté différente est fréquent dans d'autres régions.

Il voit également, dans la première carrière, le produit du remaniement du récif par l'effet des courants qui, vers le sommet de la formation étudiée, ont occasionné le mélange de paquets éboulés des falaises de craie contre lesquelles le récif était adossé.

Il ne lui semble pas qu'il y ait lieu de s'étonner que ces récifs, ainsi que les produits de leur destruction, se trouvent aujourd'hui sur des emplacements d'anticlinaux, car rien n'oblige à penser que les mouvements orogéniques générateurs des plissements aient respecté la topographie ancienne des fonds de mers. Plusieurs atolls actuels ont subi des mouvements aussi importants.

Ce qu'il a conclu de cette très intéressante excursion dont le directeur et l'organisateur ont reçu les remerciements qu'ils méritaient, c'est que l'apparition des récifs coralligènes que révèle ce calcaire pisolithique est une preuve manifeste d'un changement de régime : aux grandes profondeurs de la craie succèdent alors, dans le bassin de Paris, celles qui sont adéquates à la vie madréporique avec toutes ses conséquences. Rien de pareil ne s'y était vu pendant la période crétacée, tandis que le régime des profondeurs faibles où surviennent à plusieurs reprises, les eaux saumâtres et les eaux douces, est dorénavant le régime normal du bassin de Paris ; c'est bien là l'aurore de l'époque tertiaire que Lyell a caractérisée par le vieux nom d'Éocène dans lequel le calcaire pisolithique mérite à son avis d'être définitivement englobé.

Cette interprétation n'est pas uniquement affaire d'accolade, elle marque la séparation de deux grandes périodes géologiques.

M. Paul Combes compare les *faciès* détritiques et compacts des calcaires de Vigny à ceux que l'on observe à Montainville (S.-et.-O.) sur l'une et l'autre rive de la Mauldre. L'analogie est grande, abstraction faite de l'aspect concrétionné qui est moins visible à Montainville.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE CALCAIRE PISOLITHIQUE DE PARIS¹

PAR **G. F. Dollfus**

La question de la classification du calcaire pisolithique est ouverte à nouveau devant la Société géologique par M. Paul Lemoine. Il s'agit de savoir si les diverses couches connues sous ce nom forment un seul étage, ou si elles sont divisibles en masses distinctes, susceptibles d'une classification différente. En second lieu il est intéressant de rechercher la valeur des arguments qui ont fait classer le Montien du bassin de Paris tantôt au sommet du Crétacé, tantôt à la base du Tertiaire.

J'avoue que je considérais ces questions comme depuis longtemps résolues ; je me suis rallié, dès 1874, à l'assimilation du calcaire pisolithique de Paris au calcaire tertiaire de Mons et il m'a toujours paru impossible de démembrer la succession reconnue à peu près partout pour en faire deux étages distincts. Rien de ce que nous sommes allés voir à Vigny n'est de nature à me faire revenir sur mes anciennes observations.

Je demanderai à dire tout d'abord quelques mots sur l'histoire de la question.

La distinction du calcaire pisolithique de Meudon comme assise distincte est due principalement à Elie de Beaumont qui en entre tint la Société en 1836 et qui le considérait comme une dépendance du Crétacé. Cependant des recherches paléontologiques assez étendues faites par Ch. d'Orbigny en 1839 amenèrent ce géologue, ainsi que Deshayes, à reporter sa place à la base du Tertiaire. Probablement cette appréciation serait restée définitive, sans l'intervention de Desor ; en 1846, ce géologue passant à Paris après un voyage en Suède et au Danemark, crut reconnaître dans les dépôts de Laversines et de Vigny les mêmes couches qu'il avait vues à Faxœ, se basant surtout sur l'identité d'un certain *Cidaris Forschammeri*, et créant pour ces couches un étage nouveau : le Danien. Sur ces indications Alcide d'Orbigny se mit au travail et il reconnut que les espèces du calcaire pisolithique auxquelles son frère avait donné des noms de coquilles du Calcaire grossier différaient en réalité de ces espèces, et il leur

1. Note présentée à la séance du 1^{er} avril 1912.

imposa des noms nouveaux, bien persuadé de l'assimilation de Desor, il mêla la faune de Faxœ avec celle de Paris et transporta le tout dans le Crétacé supérieur comme Danien, malgré la protestation de d'Archiac qui faisait justement remarquer que les espèces nettement crétacées de la craie du Nord comme : *Baculites Faujasi*, *Belemnitella mucronata*, n'avaient jamais été rencontrées dans les couches parisiennes.

Depuis lors, les géologues sont restés profondément divisés sur cette question, Constant Prévost, Michelot, se rangeaient à l'avis de d'Archiac, Hébert devenait un partisan de Desor.

Munier-Chalmas a beaucoup étudié ces couches litigieuses et il les a placées au sommet du Crétacé, entraînant l'opinion d'Albert de Lapparent ; contradictoirement, M. A. de Grossouvre a considéré le Pisolithique comme tertiaire, supposant devoir le réunir comme un faciès du Danien, mais cette opinion est restée isolée.

Finally, M. Haug, dans son récent traité de Géologie, a étudié avec développement la question du Danien et du Montien ; il a laissé le Danien, la craie de Suède et de Danemark, au sommet du Crétacé ; il a assimilé le calcaire pisolithique de Paris au Montien de Belgique pour en faire la base du Tertiaire ; il a suivi cette formation dans toute l'Europe, en Asie, en Afrique et les raisons qu'il donne nous paraissent décisives. Les paléontologues modernes ont formulé des appréciations concordantes. Cornet et Briard, Rutot et Van den Broeck, Murlon ; toute l'école belge est unanime. M. Rutot dit que, sauf quelques Bryozoaires, pas un seul fossile crétacé n'a été rencontré dans la masse des espèces trouvées dans le calcaire de Mons, et il est même à remarquer que la question des Bryozoaires doit être laissée de côté, car M. Pergens qui les a étudiés a reconnu depuis que ses récoltes avaient été mêlées et que des espèces du Poudingue de Saint-Symphorien avaient été confondues avec celles du Poudingue de la Malogne.

M. Cossmann, après l'examen des Pélécy-podes, affirme que le faciès est plus éocénique que crétacique et que la faune de Mons n'a rien de commun avec celle des sables de Vaals, par exemple, qui sont cependant un dépôt littoral du Crétacé supérieur ; c'est, dit-il, malgré une distinction spécifique importante, parmi les espèces du Thanétien, qu'il faut chercher les affinités des espèces nouvelles. Cotteau après un examen des Echinides de Mons reconnaît leurs affinités comme tertiaires, M. Lambert après avoir établi l'identité du calcaire de Mons avec le Pisolithique de Paris dit que le Montien est aussi différent du Danien que du Thanétien mais que les affinités sont avec les terrains

tertiaires. Tout dernièrement M. Laville a reconnu que la *Terebratula* de Laversines qu'on avait classée comme une espèce crétacée du groupe des *T. carnea*, était au contraire une espèce nouvelle dont les relations étaient avec le *T. bisinuata* du calcaire grossier. Ainsi l'examen de plus en plus minutieux de la faune pisolithique a montré qu'elle était bien montienne et que le Montien en l'état de nos connaissances actuelles, était le premier étage du Tertiaire.

Munier-Chalmas a cherché à tracer dans le Montien de Paris deux grandes subdivisions, la subdivision inférieure qui renfermerait les calcaires à *Lithothamnium* de Vigny et de la falaise de Montainville et la subdivision supérieure comprenant les calcaires de Meudon à *Turritella montensis* avec leur faciès supérieur d'altération, les marnes blanches à *Cerithium inopinatum*, faciès dans lequel les espèces d'estuaires accompagnent les espèces franchement marines.

En réalité, le calcaire pisolithique se présente en un cercle évolutif classique. Il débute, à la base, par un poudingue d'invasion plus ou moins grossier, il se continue par des calcaires construits à faune récifale, très durs, qui s'ameublissent en s'élevant dans la masse du dépôt, se prolongent dans des calcaires subpisolithiques pour se terminer par des dépôts fluvio-marins marneux qui indiquent le prochain retrait de la mer. Au fond c'est l'idée de Munier-Chalmas qui dit ailleurs qu'au début de la mer montienne une descente de l'aire franco-belge a ramené la mer dans le bassin de Paris, cette mer était relativement assez profonde, mais elle a progressivement diminué de profondeur et de salure et s'est finalement transformée en un lac lagunaire. Il faut aussi retenir des écrits de Munier-Chalmas qu'il y plaçait encore le calcaire jaune de Montereau, du Bois d'Ésmans, qui était en réalité du Sénonien supérieur. M. Thomas qui a beaucoup étudié cette question, M. Lambert s'en est occupé également, ont montré que dans cette région le Sénonien à *Belemnitella mucronata* avait un faciès endurci jaunâtre qui l'avait fait prendre par erreur comme synchronistique du Montien, mais que ni les Echinides, ni le *Nautilus* ne permettaient plus cette assimilation. Le Montien reste donc confiné aux environs de Paris, à la Picardie et aux environs de Vertus. En Belgique, le Montien de Mons repose par ravinement sur le Tuffeau de Saint-Symphorien qui appartient au Maëstrichtien, il est formé à la base par un poudingue dit Poudingue de Ciply (Poudingue de la Malogne, *pars.*), avec le tuffeau du même nom, il se poursuit par un calcaire dur à grands Cérithes, calcaire de Cuesmes, il passe ensuite à un faciès désa-

grégré qui est le calcaire de Mons le plus fossilifère et se termine par des marnes fluvio-marines, dites couches d'Hainin à *Physa montensis*.

J'ai indiqué une succession analogue à Montainville, dans une note de 1901, ainsi que dans l'explication de la feuille d'Evreux. Elie de Beaumont avait donné une coupe de même nature à Port-Marly, qui n'est plus visible, et Hébert avait insisté sur l'identité de la faune dans toute l'épaisseur de la formation.

On peut faire observer que le calcaire pisolithique est un dépôt franchement contrastant de la Craie¹ et qu'il ne repose pas partout sur le même horizon, à Meudon il repose sur la craie à *Magas pumilus*; à Vigny sur la craie à *Belemnitella mucronata* qui est un peu plus ancienne, à Laversines sur la craie à *Micraster*, enfin à Mons il est en contact avec le Crétacé supérieur maëstrichien; sans oublier qu'à Vertus (Marne) il semble séparé de la craie par des sables ou marnes qui ont fait soutenir par Meugy l'opinion qu'il était stratigraphiquement inclus dans le sable de Bracheux (*B. S. G. F.*, 1872, I, p. 58). Nous voici bien loin de M. Paul Lemoine, mais il faut retenir de toutes nos constatations que tandis qu'à Meudon, Saint-Cloud, Port-Marly, le calcaire pisolithique apparaît concordant sur la craie, à Vigny, Montainville, Ambleville, Laversines, il en est séparé par un ravinement intense, il y semble adossé à la craie, accumulé au pied d'une falaise plus haute que lui mais qui a été réduite à son niveau par des arasements postérieurs communs d'âge thanetien et sparnacien; de toute manière la situation stratigraphique est transgressive et un long espace de temps sépare le Sénonien du Montien pour ne parler que du Bassin de Paris.

J'ai signalé qu'à Montainville le calcaire pisolithique débutait à la base par un calcaire jaune, dur, sans stratification précise, à faciès récifal comme à Vigny, que plus haut il devenait oolitique, à stratification oblique, rosé, avec l'aspect de la masse principale des Moulineaux et qu'enfin au sommet il prenait le caractère du dépôt altéré connu sous le nom de marnes strontianifères de Meudon.

Bien longtemps avant, Graves² avait donné du gisement de Laversines la même description: on voyait à la base un calcaire dur, qu'il fallait faire sauter à la mine, avec débris organiques spathisés et, plus haut, un calcaire friable désagrégé avec lits de marne argileuse gris-verdâtre. A l'usine à gaz de Meulan on ne

1. *B. S. G. F.*, 1697, XXV, p. 90. *Bull. Carte géol. France*, 1901, t. II, p. 1-13.

2. Beauvais, 1847, *Topog. géol. de l'Oise*, p. 166.

peut plus aborder maintenant que le sommet du dépôt, mais autrefois on pouvait voir en contrebas, sous le dépôt désagrégé que nous avons pu seulement constater, un calcaire très dur, escarpé, puissant de 6 à 8 mètres, tout à fait pareil à celui de Vigny. La faune reste sensiblement la même, dans toute l'épaisseur du dépôt, le passage est insensible et il est de toute impossibilité de voir deux dépôts différents dans la succession que nous offre la masse du calcaire pisolithique, sans compter qu'à Vigny même la partie supérieure du dépôt, ameublie, prend déjà l'aspect connu à Meudon.

A Vigny le calcaire dit « pisolithique » nous est apparu comme un amas au pied d'une falaise de craie, le caractère du dépôt n'est pas celui d'un atoll ni d'un vrai récif frangeant, c'est un amas littoral de débris coralligènes, la stratification est entrecroisée, disposée dans tous les sens, et nous n'avons pu constater une stratification des bancs comme celle figurée par M. Paul Lemoine; une très bonne photographie, prise par M. Dollo, ne la reproduit pas, c'est une illusion fréquente dans ce genre de dépôts à plongements divers et déjà Graves, en 1847, montrait que c'était par erreur que la réunion de la Société géologique de France à Laversines avait cru y voir les couches du calcaire pisolithique comme plongeant sous la craie.

Pour moi, la base du dépôt est parfaitement indiquée par le beau poudingue dont on a montré les photographies, que nous n'avons pu voir en place, mais qui a été sorti en blocs énormes du fond de la tranchée, on y voit des silex crétacés très roulés mêlés avec des débris de *Lithothamnium*, le tout endurci par les infiltrations postérieures. Sur le côté nord, au contact du calcaire et de la craie on voit une zone de calcaire incohérent beaucoup plus large au sommet qu'à la base qui m'a paru le produit de la désagrégation du calcaire pisolithique par les eaux supérieures, il y a identité d'aspect avec certaines couches visibles autrefois aux Moulineaux et ameublies par les infiltrations qui m'ont justement fourni toute une faunule de petites espèces que je n'ai déterminées que génériquement et dont l'étude est restée inachevée¹.

M. Paul Lemoine nous a montré dans les deux carrières du Bois de M. Vitali des lambeaux de craie au-dessus de la masse tuffacée pisolithique, mais il s'agit pour moi d'éboulements de craie hors de place, les silex y sont en désordre, des paquets de limon

1. Ann. Soc. géol. du Nord, t. III, p. 153-173. Eatomostracés : *Bairdia*, *Cythereidea*. Bryozoaires : *Eschara*, *Vincularia*, *Idmonea*, *Spiropora*. Echinodermes : *Crenaster*, *Bourguetierinus*, *Ophiura*. Foraminifères : *Textularia*, *Vatulina*, *Rotalia*, *Rosalina*.

sont mêlés à la craie fragmentée et la ligne de contact est tout à fait capricieuse ; impossible d'y voir une insertion stratigraphique qui serait en contradiction formelle avec la nature des deux dépôts successifs, dont l'un est absolument littoral et l'autre de faciès profond. Comment faire un rapprochement entre un dépôt chimique effectué à une profondeur d'au moins cent mètres comme la craie, et un autre, spécialement zoogène, qui n'a pu s'effectuer qu'au niveau même des marées ?

On ne peut dire que le dépôt de Vigny est placé dans une cuvette, car il est peut-être bien plus prolongé qu'on ne croit ; déjà M. de Boury me signale de gros blocs pisolithiques dans un petit bois voisin sur le chemin de Théméricourt et ensuite la surface crayeuse à découvert est d'étendue si médiocre que le Tertiaire peut nous cacher bien d'autres gisements de calcaire pisolithique en prolongement, je considère même le gisement de l'usine à gaz de Meulan comme pouvant être relié à celui de Vigny, et ce gisement de Meulan est en continuité avec d'autres affleurements sur le bord de la Seine. Au surplus ces assises ont subi depuis leur dépôt des mouvements tectoniques multiples, de longues périodes d'affaissement et d'exhaussement et la position anticlinale du gisement actuel de Vigny est purement fortuite, de même que celle de Meulan qui est faillée et présentement synclinale.

J'ai trouvé à Vigny les espèces suivantes.

Nautilus (2 espèces) (mais pas le *N. Danicus* du Danemark).

Cerithium (*Campanile*) *uniplicatum* A. D'ORB. qui est à comparer avec *C. Corneti* R. et V. B.

Cerithium (*Pseudovertagus*) *Modunense* DESH. peut-être *Cerith. Duponti* C. et B.

Pseudoliva robusta C. et B.

Pleurotomaria penultima A. D'ORB.

Turbo Gravesi A. D'ORB.

Capulus consobrinus A. D'ORB.

Corbis sublamellosa A. D'ORB. (Cf. *C. montense* COSSM.)

Arca Gravesi A. D'ORB. (*Barbatia scaberrima* ?)

Lima Carolina CH. D'ORB. (*Lima Pireti* COSS.)

Cidaris Forschammeri DESOR (le type est parisien = *C. Tombecki*. HEB. L'espèce danoise différente doit changer de nom).

Si on se reporte aux localités des types de Charles d'Orbigny et d'Alcide d'Orbigny on trouve indifféremment et simultanément : Meudon, Port-Marly, Montainville, Vigny, cette faune est la même avec les petites différences que peuvent apporter les changements de faciès qui s'observent dans les parties plus hautes des dépôts.

Je n'ai vu ni *Janira quadricostata* D'ORB., ni *Pecten subgranulatus* MUNSTER, ni *Lima tecta* GOLD, qui sont des espèces crétacées signalées par Munier-Chalmas et qui sont de Montereau, avec *Nautilus Hebertinus* D'ORB. J'ai peur que ces espèces, non reconnues aux environs de Paris, n'aient conduit, une seconde fois, à l'erreur de Desor et que l'assimilation à des couches réellement crétacées des assises parisiennes n'ait en réalité troublé la classification même de tout l'ensemble; Montereau écarté, comme nous l'avons vu, c'est la dernière ombre de l'argument paléontologique en faveur du Crétacé qui disparaît.

Pour compléter ce tableau, je dirai un mot des marnes blanches de Meudon, des anciennes marnes strontianifères dans lesquelles la strontiane paraît un accident ou un mythe, c'est un faciès d'altération du calcaire pisolithique et aussi un dépôt terminal argileux à faune un peu spéciale; j'y citerai :

Cerithium (Batillaria) inopinatum DESH. Meudon et Mons.

Melanopsis Briarti MUN.-CH. ; COSSM. *M. Buccinoïdea* BRIARD non FERUSSAC. Essais de Paléococonch. VIII, p. 230, pl. IV, p. 8.

Cornetia Modunensis MUN.-CH.

Briartia Velaini MUN.-CH.

Ce genre *Cornetia* est tout à fait intéressant, c'est un Melanien paludiforme qui est à placer au voisinage des *Stomatopsis* des couches liburniennes de Dalmatie, des *Pyrgulifera* MEEKE des couches de Laramie aux États-Unis, tout près des *Hankenia* des assises sous-éocéniques de la Hongrie dont toute une série d'espèces ont été retrouvées dans le Louristan, M. Cossmann a groupé tout cela avec succès dans ses « Essais ». Quant au *G. Briartia* il est placé par Fischer au voisinage des *Nystia* et des *Nematura*. Mais cette place n'est peut-être pas définitive, l'ouverture est prolongée en tube, et je cherche si ses affinités ne sont pas plutôt avec les *Cyclostomæ* de la province asiatique.

Je sais bien que la difficulté de comparer la faune de la craie avec celle du calcaire pisolithique déposé dans des conditions si différentes demeurera toujours épineuse et c'est un problème bien digne d'attirer l'attention des géologues que celui de l'absence de rivages connus du Sénonien aussi bien dans le bassin de Paris qu'en Angleterre. Comment ne trouvons-nous pas quelque part des cordons littoraux, des dépôts de plages avec Mollusques, des baies marneuses, des estuaires contemporains de la craie ?

Faut-il y voir la conséquence d'une très longue émergence entre le Sénonien et le Montien et le Thanetien dans l'Europe occiden-

tale du Nord, la question est d'importance et reste ouverte, mais il convient de rappeler la comparaison négative avec le Pisolithique qui a été faite par M. Cossmann de la faune de Vaël qui est le seul point littoral un peu riche du Sénonien qui nous soit connu; constatons ici, une fois de plus, l'appui que la paléontologie donne à la stratigraphie.

Je ne puis m'empêcher de conclure que le Montien est presque aussi distant, au point de vue stratigraphique et paléontologique, du Sénonien que du Thanetien, et qu'il y a là, si nous nous basons sur l'idée d'une vie continue sur le globe, deux lacunes considérables dans nos connaissances; on peut donc admettre, en prenant exemple sur les chimistes qui on prédit la découverte de corps nouveaux d'après l'étude du groupement en familles des corps connus, que deux étages nouveaux sont à trouver et à nommer, l'un avant le Montien, l'autre après lui, étages que je ne nommerai pas, soyez sans inquiétude, car nous ne savons pas encore dans quelle localité de l'Orient on pourra en prendre les types, les noms d'étage devant être tirés de localités où la stratification est précise et toujours vérifiable. Il s'agit vraisemblablement, pour l'un d'eux, des couches à *Cardita Beaumonti* que M. Henri Douvillé a eu tant de peine à classer et qui sont si développées en Perse, et pour l'autre, de la rencontre d'une série préthanetienne qui nous donne des types de transition entre la faune relativement chaude du Crétacé et celle plutôt tempérée et réduite du Hersien-Landénien.

Je résumerai tous ces renseignements fragmentaires en disant que si M. Paul Lemoine peut mener à bien une description paléontologique de la faune du calcaire pisolithique, il nous rendra un service signalé, et, en attendant, il résulte de ce qui est connu : 1° Que le calcaire pisolithique ne renferme qu'une seule faune; 2° Que cette faune est la même que celle du calcaire de Mons; 3° Que toutes les affinités en sont tertiaires et que cet étage montien mériterait de former à lui seul, provisoirement du moins, un groupe spécial à désigner comme *Proéocène* puisque le Paléocène (Schimper) comprend une partie de l'Eocène inférieur, et que M. von Kœnen a protesté contre tout changement d'attribution à lui donner.

Paul Lemoine. Observations.

Avant d'étudier le calcaire pisolithique du Bassin de Paris, M. Paul Lemoine a naturellement étudié avec soin la bibliographie relative à cette question. Il n'ignore pas les opinions émises par les anciens auteurs à ce sujet; mais il croit que des observations nouvelles appellent des hypothèses nouvelles. Il

regrette que M. G. F. Dollfus n'en ait pas tenu compte en exposant sa théorie, conforme à celles de ses prédécesseurs, à savoir que le calcaire pisolithique est un dépôt postérieur à la craie et superposé à elle.

Une question de détail est d'ailleurs de savoir s'il faut en faire du Crétacé supérieur avec Alcide d'Orbigny ou du Tertiaire inférieur avec Charles d'Orbigny et M. G. F. Dollfus.

Le véritable problème à élucider est plus important ; il s'agit de savoir si le calcaire pisolithique est réellement postérieur à la craie ou si, au contraire, il n'en serait pas contemporain.

Tout d'abord, il semble qu'à la suite de l'excursion de la Société à Vigny la nature récifale ou subrécifale du calcaire de Vigny ne soit plus discutée ; c'était la première constatation que M. Paul Lemoine voulait voir établir.

La détermination de l'âge peut se faire par plusieurs méthodes.

I. MÉTHODE PALÉONTOLOGIQUE. — L'étude des fossiles du calcaire pisolithique est encore à faire ; on ne possède encore à leur sujet que les diagnoses sommaires d'Alcide d'Orbigny. Cependant, grâce à l'amabilité de MM. Boule et Haug, M. Paul Lemoine a pu étudier les moulages contenus dans les collections du Muséum et de la Sorbonne. Ces données, jointes à ses propres récoltes, lui ont permis d'établir une série assez importante de fossiles, dont il fait passer les photographies¹ sous les yeux de la Société. Leur détermination spécifique est difficile et leur identification avec des formes déjà décrites d'autres terrains à peu près impossible ; il s'agit en réalité d'espèces nouvelles, comme Alcide d'Orbigny l'avait déjà montré.

Il est certain que les analogies de ces fossiles s'établissent surtout avec les fossiles tertiaires. Mais il ne semble pas que ces analogies aient une véritable valeur au point de vue de la détermination de l'âge des couches ; de l'avis de M. Lemoine, elles prouvent simplement qu'il s'agit de fossiles ayant vécu dans des conditions de vie très analogues à l'époque du calcaire pisolithique et à l'époque tertiaire. En effet s'il s'agissait véritablement de formes tertiaires, les analogies devraient être surtout avec les espèces du début du Tertiaire, c'est-à-dire avec les espèces thanétiennes. Or il n'y a presque aucune espèce voisine des espèces thanétiennes ; toutes les affinités sont avec les formes *lutétiennes*. Et le fait est exact aussi pour l'intéressante *Terebratula bellovacina* récemment décrite par M. Laville.

1. Un mémoire d'ensemble avec planches sera publié dans les *Annales de Paléontologie*.

D'ailleurs, l'argument paléontologique pourrait être retourné, car la présence de *Ostrea vesicularis* typique¹ et de quelques autres formes, pourrait être invoquée comme une preuve en faveur de l'âge crétacé du calcaire de Vigny.

En résumé, les données paléontologiques ne peuvent, à mon avis, fournir aucun argument sérieux quand elles s'appuient uniquement sur des faunes de Mollusques comme c'est le cas ici. Il ne faut pas vouloir faire donner à la Paléontologie plus qu'elle ne peut donner. *Les fossiles du calcaire de Vigny peuvent fournir les indications sur le mode de vie, les conditions de profondeur du dépôt, nullement sur les conditions d'âge.*

II. MÉTHODES STRATIGRAPHIQUES. — A celles-ci on peut, je crois, accorder une beaucoup plus grande valeur.

Le calcaire de Vigny ne se trouve pas superposé à la craie, comme les autres dépôts post-crétacés; il se trouve dans une sorte de *poche de la craie*. On ne le voit même nulle part recouvert par le Sparnacien; celui-ci recouvre directement la craie dans les terres au N. du Parc des Roches, comme M. Paul Lemoine l'a observé avec M. G. F. Dollfus dans une excursion préliminaire. Cette disposition du calcaire pisolithique dans une poche de la craie se retrouve à Montainville, à Amblainville, à Laversines; M. Paul Lemoine y avait vu un premier argument en faveur de l'hypothèse dans laquelle on verrait dans le calcaire pisolithique un équivalent latéral de la craie.

Cet argument est d'ailleurs maintenant renforcé par cet autre qui est l'*existence de craie au-dessus* du calcaire pisolitique, que M. Paul Lemoine a eu ensuite occasion de constater avec M. Ramond; il en résulte que, intercalé entre la craie au-dessus de lui et la craie au-dessous de lui, le calcaire pisolithique de Vigny apparaît nettement comme un accident récifal dans la craie, et de l'âge de la craie, analogue comme nature, mais différant à divers égards aux accidents récifaux crétacés d'Hem-Monacu et d'Albert, dans la Somme, qui ne sont invoqués ici que pour montrer que de tels accidents récifaux ne sont pas isolés dans le Crétacé du Bassin de Paris.

J'ajouterai que ces récifs devaient naturellement s'établir sur des points hauts de la mer de la Craie, c'est-à-dire des régions anticlinales; or Vigny, comme l'a montré M. G.-F. Dollfus, est

1. Identique aux *O. vesicularis* de la craie et différente des formes affines de l'Éocène de Biarritz et d'autres localités localisées d'ailleurs dans l'Éocène des régions méditerranéennes.

précisément situé sur l'emplacement d'un des anticlinaux les plus nets de cette région du Bassin de Paris.

Tous ces faits paraissent s'expliquer facilement dans l'hypothèse d'un calcaire récifal, contemporain de la craie.

OBJECTIONS AUX AUTRES HYPOTHÈSES. — On peut essayer d'expliquer ces faits dans d'autres hypothèses, mais on se heurte alors à de grosses difficultés que je suis obligé de mettre ici en évidence.

I. La position de plusieurs gisements de calcaire pisolithique dans des *dépressions de la craie*, mérite, je crois, une attention toute particulière. L'importance de cette dénivellation pourrait être considérée comme minime dans certaines régions ; mais, dans le Bassin de Paris, elle dépasse de beaucoup la grandeur de certains anticlinaux et synclinaux auxquels M. G. F. Dollfus attache une grande valeur. Il semble impossible d'admettre qu'il s'agisse d'une cuvette synclinale ; car elle coïncide nettement avec un axe anticlinal. D'autre part, admettre l'existence de fjords, de vallées, d'avens, creusés dans la craie à une époque intermédiaire entre la fin du Crétacé et le commencement du Tertiaire, me paraît introduire une part d'hypothèses vraiment trop grande.

II. Le problème soulevé par la *présence de la craie au-dessus* du calcaire pisolithique mérite aussi une attention toute spéciale. Il est certain qu'au contact du calcaire pisolithique et de la craie qui lui est superposée on trouve des blocs de craie roulés et remaniés dans le calcaire pisolithique et il est déjà curieux de constater que la présence de ces galets ne s'observe que dans les parties hautes du calcaire de Vigny ; mais, au-dessus, la craie se présente avec tous ses caractères, avec des silex entiers possédant toutes leurs aspérités, ne montrant aucune trace de transport. Je crois que cette craie s'est déposée sur place, au-dessus du calcaire pisolithique, et après lui ; M. G.-F. Dollfus pense au contraire qu'il s'agit d'éboulis de craie sur le Calcaire pisolithique. Il me paraît que cette manière de voir se heurte à de grosses difficultés ; en effet, pour qu'il y ait éboulis, il faut nécessairement admettre l'existence de craie à une distance très faible et à une certaine hauteur au-dessus du calcaire pisolithique. Or, actuellement il n'existe rien de tel ; il n'y a aucune falaise de craie dominant cette craie supérieure au calcaire pisolithique et ici le Sparnacien repose directement sur

une surface arasée sans aspérités. Il faudrait donc admettre que les falaises qui ont fourni cette craie supérieure ont été arasées entre l'époque du dépôt du calcaire pisolithique et celle du dépôt du Sparnacien, c'est-à-dire pendant le Thanétien et que cette érosion puissante, capable de faire disparaître des falaises entières, aurait respecté les quelques mètres d'éboulis à la surface du calcaire pisolithique !

Il faut donc supposer :

1) Emersion de la craie et creusement de dépressions qu'envahira et remplira la mer du calcaire pisolithique.

2) Arrivée de la mer du calcaire pisolithique, des récifs remplissant des dépressions au pied des falaises ; celles-ci sont respectées pendant les premiers temps ; mais elles s'éboulent à la fin sur le calcaire pisolithique lorsque celui-ci s'est déposé.

3) Erosion pendant l'époque thanétienne de ces falaises dont il ne reste plus trace. L'érosion du commencement du Tertiaire a atteint, suivant les points, tantôt la craie, tantôt le calcaire pisolithique.

Il me semble qu'on multiplie ainsi les difficultés et les hypothèses.

En tous cas les lambeaux du calcaire pisolithique constituent l'un des problèmes les plus difficiles de la stratigraphie du Bassin de Paris.

G. F. Dollfus. — *Observations.*

M. G. F. Dollfus répond que les hypothèses que M. Lemoine considère comme hérissées de difficultés trop grandes ne sont pas des hypothèses, mais des faits depuis longtemps connus, qui n'ont rien d'une théorie. Il n'y a aucun doute que la craie n'ait été émergée et érodée profondément avant l'arrivée de la mer montienne ; pendant cinquante ans les géologues ont pu voir à Meudon une coupe classique dans laquelle la craie à *Magas* présentait au contact du calcaire pisolithique tout le cortège caractéristique d'une phase d'emersion : ravinement, puits naturels, couches durcies, jaunies, perforées, paquets d'argile, etc. ; cette craie à *Magas* manque à Vigny, arrachée par l'érosion, et la transgression des deux formations n'est plus à démontrer, elle a pu s'opérer pendant la durée du Maëstrichien qui nous manque à Paris, mais qui existe à Mons entre la craie à *Magas* et le Montien.

L'érosion postérieure au calcaire pisolithique est non moins certaine et d'égale valeur, le cordon littoral du Thanétien montre

à Coye, par exemple, un poudingue de gros galets de silex crétacés épais de plus de 15 mètres, témoignant de l'intensité du phénomène et de l'importance du Sénonien arasé, plus tard l'abrasion de la base du Sparnacien a été considérable aussi et le conglomérat de Meudon renfermait des galets de calcaire pisolithique en abondance, M. Dollot vient d'en découvrir à Auteuil dans les mêmes conditions.

D'autre part le dépôt de Vigny, si disparate de celui de la craie, lui est si bien contigu dans la coupe, qu'au premier moment j'ai cru à un contact brutal par faille; s'il s'était déposé en même temps que la craie, on verrait des lits, des intercalations de stratification, les deux faciès se mêleraient à divers niveaux; mais le contact reste linéaire et indépendant, incliné à 40°.

M. Lemoine rappelle que dans la craie du Nord on connaît des bancs de Polypiers, mais cet argument n'est pas probant, car justement dans la Somme les touffes de Polypiers s'intercalent dans la stratification sans qu'on y observe de modification dans la sédimentation comme à Vigny.

Comment imaginer qu'aucun animal n'aurait marché quelques pas pour passer du faciès coralligène au faciès crayeux, contigu à quelques décimètres de distance, et cependant, aucun débris fossilifère ne se découvre dans cette craie; c'est évidemment un rapprochement mécanique postérieur qui a joint ces deux roches différentes.

En ce qui concerne les parties de la craie supérieures au calcaire pisolithique, les arguments sont puissants pour démontrer qu'il s'agit d'un éboulement local, c'est d'abord que l'inverse est également visible, celui de l'éboulement de gros blocs de calcaire pisolithique sur la craie. Cette craie est mêlée de paquets limoneux, sans stratification, et accompagnée de silex non roulés qui ne sont plus lités; le contact, qui a été photographié, montre un faux ravinement, fort irrégulier, à flanc de coteau, à diverses altitudes; la craie d'ailleurs s'élève fort au-dessus du niveau du calcaire dans le vallon en amont, à Vigny même, ce qui peut faire supposer que ce recouvrement de craie, d'ailleurs très mince et très limité, est postérieur à une dernière dénudation, et tout simplement quaternaire¹.

Je ne suivrai pas M. Lemoine dans sa critique de la paléontologie quand il assure que la valeur des analogies est troublée par l'identité des conditions de la vie, je pense que tout est faciès en géologie et que la faune coralligène évolue comme la

1. M. Paul Lemoine a recherché en vain un de ces points.

faune littorale, les espèces des récifs du Sénonien sont différentes de celles des récifs du Tertiaire; la bonne paléontologie n'a jamais comparé que des dépôts formés dans les mêmes conditions biologiques; la faune de Vigny n'est pas crétacique.

Mais il ne peut s'agir réellement de faire disparaître le Montien à Mons et à Paris, la tentative, stratigraphiquement, est impossible, mais d'en écarter le gisement de Vigny pour le réunir au Sénonien, malgré la différence de la faune, de la composition minéralogique, de la position stratigraphique qui est des plus douteuses; il y a bien là quelque imprudence. Cependant il ne faut pas déplorer cette critique, elle me fait grouper mes raisons, elle m'a fait éprouver et reconnaître la solidité de la constitution du Montien, en sorte que la coupe du tramway de Vigny, si intéressante qu'elle soit, ne bouleverse pas la classification et je pense finalement qu'elle ne nous apprend rien que nous ne sachions déjà.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

à Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers

du 27 août au 6 septembre 1912

Les membres de la Société qui ont assisté à la Réunion extraordinaire sont :

MM. ALMERA (chanoine J.).
AZÉMA (colonel L.).
BÉVIA (Jean).
BOFILL Y POCH (A.).
BROUET (G.).
CANU (Ferdinand).
CAUX (G.).
COMBES (Paul).
CORNET (Jules).
DEPÉRET (Charles).
DOLLÉ (Louis).
DOLLFUS (Gustave-F.).
DOLLOT (Auguste).
FLEURY (Ernest).

MM. GENTIL (Louis).
JODOT (Paul).
LAMOÏTHE (général de).
LANGLASSÉ (René).
LATINIS (Léon).
LECOINTRE (Georges).
LEMOINE (Paul).
LERICHE (Maurice).
LORY (Pierre).
NICKLÈS (René).
RAMOND (Georges).
ROMAN (Frédéric).
SAYN (Gustave).
VERMOREL (Alphonse).

Les personnes étrangères à la Société qui ont suivi les excursions sont :

M^{me} BÉVIA.
MM. BELLEVOYE (L.).
BERTYN (F.).
BOSTEAUX-PARIS (Ch.).
CONSTANT (F.).
CORNE (H.).
GUILLAUME (D^r Ed.).
HASSE (Georges).
LASSINE (A.).
LAURENT (Jules).
MALAISE (C.).

MM. MATHIEU.
MAURY.
MISSOTEN.
MOLOT.
NEEFS (commandant).
PLATEAU.
RIMBAUT.
ROMAN DE METTELINGUE.
STEVENS (lieutenant).
VAN STRAELÉN.
WEDEKIND.

6 septembre 1915.

Bull. Soc. géol. Fr. XII. — 44.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

DIRIGÉES PAR M. M. LERICHE, AVEC LE CONCOURS DE M. J. CORNET
POUR LES ENVIRONS DE MONS.

Étude de l'Éocène sur la bordure orientale de l'Ile-de-France et dans le Bassin belge. — Étude de l'Oligocène et du Néogène aux environs d'Anvers.

PREMIÈRE PARTIE

L'ÉOCÈNE SUR LA BORDURE ORIENTALE DE L'ÎLE-DE-FRANCE

A. Étude des différents termes de l'Éocène inférieur et moyen dans la région du Laonnais, où ils se présentent au complet et avec leur composition normale.

Mardi 27 août. — Rendez-vous à LAON (Hôtel de la Gare).

Séance d'ouverture à 8 heures du soir [20 h.], dans la salle des Actes du Lycée de Laon.

Mercredi 28 août. — Départ de Laon pour la Fère, par le train, à 6 h. 54. Arrivée à La Fère à 7 h. 26.

Landénien marin : Tuffeau de la Fère (assise à Pholadomya Konincki) reposant sur la Craie sénonienne à Actinocamax quadratus.

Départ de la Fère pour Sinceny, en voitures.

Landénien marin et Landénien continental : Sables du niveau de Bracheux, Marnes de Sinceny, Argiles à lignites.

Yprésien inférieur : Sables de Sinceny.

Déjeuner au Rond d'Orléans, dans la Basse-Forêt de Coucy.

Coupe des tranchées du chemin de fer, entre Barisis et Saint-Gobain.

Yprésien : Sables de Cuise.

Lutétien marin (Calcaire grossier) : Assises à Maretia Omaliusi, à Nummulites lævigatus (Pierre à liards), à Ditrupa strangulata, à Cerithium giganteum et Orbitolites complanatus.

Traversée de la Forêt de Saint-Gobain.

Lutétien lagunaire (Calcaire grossier supérieur), Argiles de Saint-Gobain, Sables et Grès de Beauchamp.

Départ de Septvaux pour Prémontré, en tramway spécial.

Visite des carrières de Prémontré : *Dolomitisation du Lutétien marin*.

Départ de Prémontré pour Anizy-Pinon, en tramway spécial.

Départ d'Anizy-Pinon pour Laon, par le train, à 19 h. 4.

Arrivée à Laon à 19 h. 28.

Dîner et coucher à LAON.

Jeudi 29 août. — Départ de Laon pour Chailvet-Urcel, par le train, à 7 h. 29. Arrivée à Chailvet-Urcel à 7 h. 45.

Visite de la dernière cendrière : *Argiles à lignites, Falun à Potamides et à Cyrènes*, Grès d'Urcel à *Cyrena cuneiformis*.

Coupe du massif de Montbavin : *Sables de Guise et Calcaire grossier* partiellement dolomitisé.

Départ de Chailvet-Urcel pour Laon, à 11 h. 11. Arrivée à Laon à 11 h. 28.

Déjeuner à Laon.

Départ de Laon pour Molinchart, en voitures, à 13 h. 1/2.

Bruyères de la Châtelaine. *Landénien lagunaire* ; passage du faciès argileux du Bassin de Paris au faciès arénacé du Nord de la France et de la Belgique.

Retour à Laon. Coupe de la butte de Laon.

Séance au Lycée.

Dîner et coucher à LAON.

B. Étude des transgressions des mers éocènes, du Nord vers le Sud. Réduction des formations marines : disparition successive des assises. Accroissement des formations lagunaires et continentales.

Vendredi 30 août. — Départ de Laon, en voitures, à 6 h. 1/2. *Yprésien continental*.

Lutétien marin, partiellement dolomitisé, dans lequel sont ouvertes les « creutes » de Paissy, Geny, Pargnan. Disparition de l'assise à *Maretia Omaliusi*.

Lutétien lagunaire et lacustre : Calcaires à Cérithes ; Marnes et Calcaires marneux à Physes, Limnées, Planorbes ; Lignite. Grès de Beauchamp.

Déjeuner à Beaurieux.

Sablrière de Glennes : *Yprésien marin et continental* ; *Lutétien marin*.

Coupe du Lutétien, de Glennes à Merval. Creutes de Merval.

Départ de Fismes pour Reims, par le train, à 18 h. 34. Arrivée à Reims à 19 h. 16.

Dîner et coucher à REIMS (Hôtel Continental, près la gare).

Samedi 31 août. — Départ de Reims, en voitures, à 7 heures.

Landénien marin : *Sables de Châlons-sur-Vesle* (assise à *Cyprina scutellaria*). Disparition de l'assise à *Pholadomya Konincki*.

Coupe des tranchées du chemin de fer de Reims à Bouleuse, entre Pargny et Clairizet.

Lutétien marin. Disparition de l'assise à *Nummulites lævigatus*.

Lutétien lagunaire et lacustre.

Failles de Pargny.

Déjeuner à Chaumuzy.

Yprésien inférieur : *Faluns de Pourcy*.

Lutétien marin : assise à *Cerithium giganteum*. Gisement fossilifère de Courtagnon.

Calcaires et Marnes de Saint-Ouen. Meulière de Brie.

Dîner à Reims.

Séance le soir. Réception à l'Hôtel-de-Ville.

Coucher à REIMS.

Dimanche 1^{er} septembre. — Le matin, étude de la région au N. W. de Reims. Alternance régulière des dépôts marins et continentaux.

Départ de Reims pour Muizon, par le train, à 7 h. 41. Arrivée à Muizon à 7 h. 54.

Landénien continental : *Marnes de Chenay, Argiles à lignites*.

Landénien marin : *Tuffeau* (assise à *Pholadomya Konincki*) reposant sur la Craie de Reims à *Actinocamax quadratus*. *Sables de Châlons-sur-Vesle* (assise à *Cyprina scutellaria*).

Yprésien marin : *Sables de Cuise*.

Yprésien continental.

Lutétien marin.

Départ de Merfy-Saint-Thierry pour Reims, par le train de banlieue, à 11 h. 10. Arrivée à Reims à 11 h. 43.

Déjeuner à Reims.

L'après-midi, étude de la région au S. E. de Reims (Montagne de Reims). Succession ininterrompue de dépôts continentaux, s'étendant du *Landénien* au *Bartonien*. *Marnes à Pholadomya ludensis*. *Meulière de Brie*.

Départ de Reims-Promenades pour Verzenay, par le train de

banlieue (Ambonnay), à 13 h. 18. Arrivée à Verzenay à 14 h. 35.

Superposition des Marnes lacustres landéniennes à la Craie de Reims à Actinocamax quadratus.

Coupe de la carrière de Verzenay.

Départ de Verzenay pour Reims, par le train de banlieue, à 16 h. 29. Arrivée à Reims à 17 h. 41.

Dîner et coucher à REIMS.

DEUXIÈME PARTIE

L'ÉOCÈNE DANS LE BASSIN BELGE

Lundi 2 septembre. — Départ de Reims pour Mons, à 6 h. 47. Arrivée à Quévy (gare-frontière belge) à 10 h. 54, à Mons à 11 h. 45.

Déjeuner à Mons (Hôtel de l'Espérance, près la gare).

Étude du Paléocène, au Sud de Mons.

Départ de Mons pour Ciplly, en tramway, à 14 h. 26. Arrivée à Ciplly à 14 h. 56.

Tuffeau de Ciplly (Montien) reposant sur la Craie phosphatée de Ciplly (Sénonien supérieur). Contact du Tuffeau de Ciplly et du Landénien.

Mont-Eribus : *Superposition de l'Yprésien au Landénien.*

Retour à Mons à 19 heures.

Dîner à Mons.

Séance le soir, à l'École des Mines du Hainaut.

Coucher à Mons.

Mardi 3 septembre. — Départ de Mons pour Leval-Trahegnies, par le train, à 7 h. 20. Arrivée à Leval à 8 h. 13.

Étude du Landénien fluviatile.

Départ de Leval pour Mons, à 11 h. 24. Arrivée à Mons à 12 h. 13.

Déjeuner à Mons.

Étude du Panisélien, au Mont-Panisé.

Départ de Mons pour Bruxelles, à 17 h. 19. Arrivée à Bruxelles à 18 h. 29.

Dîner et coucher à BRUXELLES (Hôtel de l'Espérance, près la gare du Midi).

Mercredi 4 septembre. — *Étude de l'Éocène aux environs de Bruxelles*

I. *L'Éocène inférieur et moyen au Sud de Bruxelles.*

Départ de Bruxelles pour Forest, en tramway, à 7 h. 30.

Coupe continue à travers l'*Yprésien*, le *Bruxellien* et le *Ledien*.
Déjeuner à Bruxelles, à midi.

II. *L'Éocène moyen et supérieur au N. W. de Bruxelles.*

Départ de Bruxelles pour Jette, en tramway, à 13 h. 30.

Coupe entre Jette et Wemmel. *Ledien*, *Bartonien* ((*Sables de Wemmel*, *Argiles d'Assche*).

Retour à Bruxelles à 17 heures.

Visite du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, sous la conduite de M. L. Dollo.

Dîner à Bruxelles.

Séance le soir.

Coucher à BRUXELLES.

Jedi 5 septembre. — Départ de Bruxelles-Nord pour Alost, par le train, à 6 h. 55. Arrivée à Alost à 7 h. 26.

Départ d'Alost (rue de la Dendre) pour Halfbunder, en tramway, à 7 h. 31.

Arrivée à Halfbunder à 7 h. 51.

Etude du Ledien, dans les tranchées de la nouvelle voie ferrée, en construction, de Bruxelles-Nord à Gand-Saint-Pierre, entre Erondegem et Oordegem.

Départ d'Oordegem pour Alost, en tramway, à 11 h. 03.

Arrivée à Alost à 11 h. 40.

Déjeuner à Alost.

Départ d'Alost pour Aeltre, par le train, à 12 h. 33.

Arrivée à Aeltre à 14 h. 45.

Etude du Bruxellien, sous le faciès panisélien (couches d'Aeltre).

Départ de Bellem pour Bruxelles, par le train, à 16 h. 32.

Arrêt à Gand de 17 h. 04 à 18 h. 24.

Arrivée à Bruxelles-Nord à 19 h. 23.

Dîner et coucher à BRUXELLES.

TROISIÈME PARTIE

L'OLIGOCÈNE ET LE NÉOGÈNE AUX ENVIRONS D'ANVERS

Vendredi 6 septembre. — Départ de Bruxelles-Nord pour Anvers, par le train, à 7 h. 52. Arrivée à Anvers (gare Centrale) à 8 h. 26.

Départ en tramway pour Burght.

Coupe de la carrière de Burght : *Anversien (Miocène supérieur) reposant sur le Rupélien supérieur (Oligocène moyen)*.

Départ de Burght pour Anvers, par bateau, à 11 heures.

Déjeuner à Anvers (Hôtel de l'Industrie) à 11 h. 30.

Départ en tramway pour Luchtbal, à 13 heures. Arrivée à Luchtbal à 13 h. 58.

Visite des travaux du port d'Anvers. *Scaldisien-Poederlien. Formations récentes des Polders.*

Départ de Luchtbal pour Anvers, en tramway, à 16 h. 18.

Départ d'Anvers pour Bruxelles, par le train, à 17 h. 22. Arrivée à Bruxelles-Nord à 17 h. 56¹.

Séance de clôture.

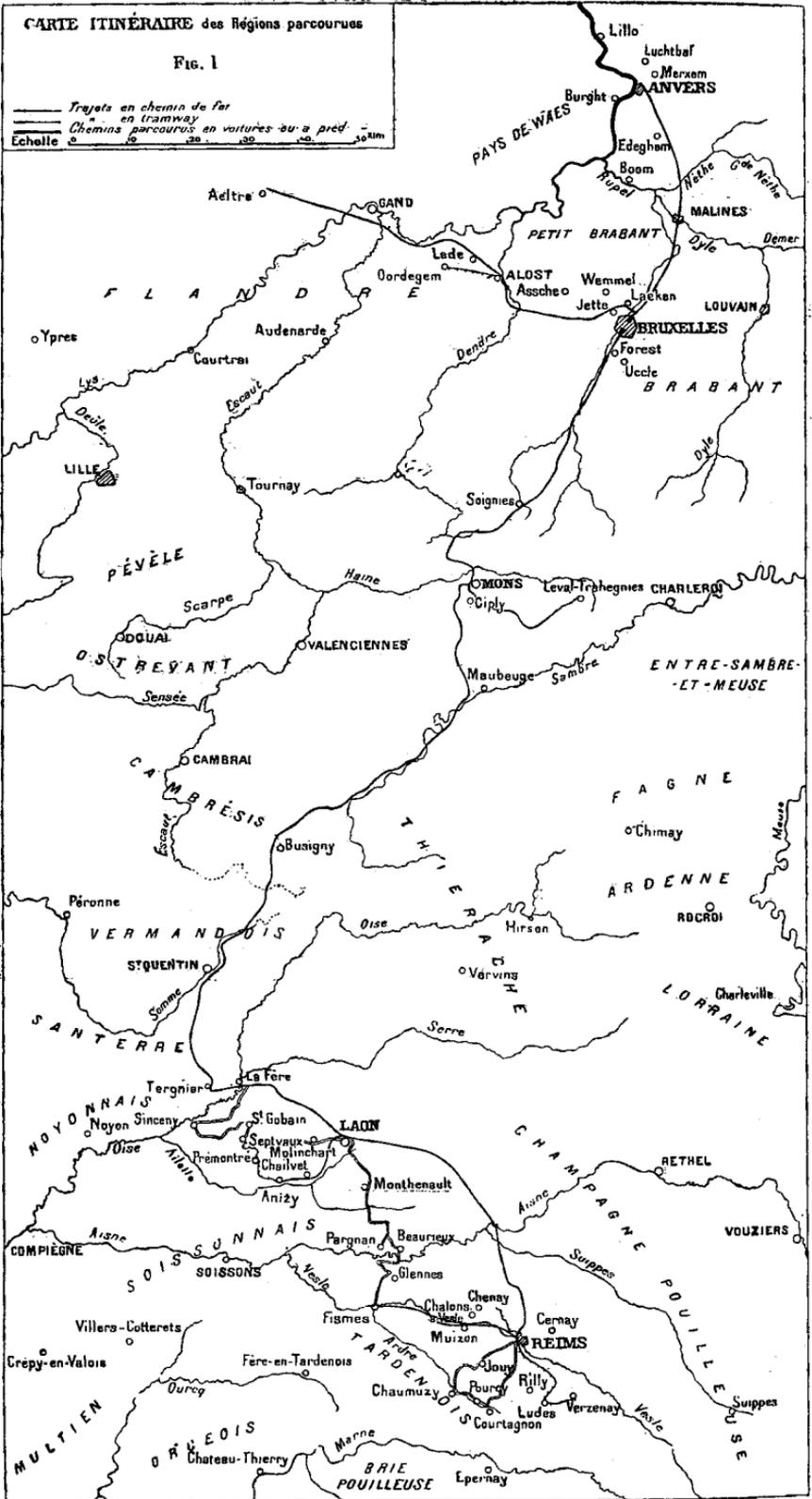
N. B. — Presque toutes les formations étudiées sont très fossilifères aux points qui ont été choisis pour être visités par la Réunion. Jusqu'à la visite de la Société géologique de France, les travaux du port d'Anvers sont restés favorables à l'étude des formations néogènes, extrêmement fossilifères.

1. Des dispositions avaient été prises pour permettre aux participants munis d'un abonnement de cinq jours de quitter Anvers par le train de 16 h. 27, pour Bruxelles-Nord, où ils arrivaient à 17 h. 01.

CARTE ITINÉRAIRE des régions parcourues

Fig. 1

———— Trajets en chemin de fer
 ———— en tramway
 ———— Chemins parcourus en voitures ou à pied
 Echelle 0 10 20 30 40 50 km



LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS RELATIVES AUX RÉGIONS VISITÉES

PREMIÈRE PARTIE

Eocène du Bassin de Paris.

- D'ARCHIAC. Description géologique du département de l'Aisne. *Mém. Soc. géol. de France*, t. V, p. 129-314; 1843.
- AUMONIER et LEMOINE (V.). Terrains tertiaires des environs de Reims. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 9^e session, Reims, 1880, p. 605-619.
- BELLEVOYE (L.). Lignites inférieurs de Mailly-Champagne. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 36^e session, Reims, 1907, 1^{re} partie, p. 206.
- COOREMAN (T.) et DOLLFUS (G.). Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, d'Hydrologie et de Paléontologie dans les départements français de la Marne et de l'Aisne, du 8 au 15 août 1901. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XVI, 1902, Mém., p. 209-283; 1903.
- DEPÉRET (Ch.). Relations stratigraphiques des faunes de Cernay et de Meudon au Mont de Berru. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e sér., t. VI, 1906, p. 442-443.
- Sur les progrès récents des connaissances sur les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims (Rapport préparatoire). *Bull. Ass. fr. Av. Sc.*, nouv. sér., n^o 6, p. 8-13; 1907.
- DOLLFUS (G.). Les Sables de Sinceny. Notes sur le contact des Lignites du Soissonnais et des Sables de Cuise. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. V, 1877-1878, p. 5-41.
- Classification des couches tertiaires du Nord-Est du Bassin de Paris. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 31^e année, p. 273-275; 1901.
- Critique de la Classification de l'Éocène inférieur. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, p. 373-382; 1906.
- Excursion à Verzenay. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 36^e session, Reims, 1907, 1^{re} partie, p. 210-211.
- DOLLFUS (G.) et COOREMAN (T.). Voir COOREMAN (T.) et DOLLFUS (G.).
- DOUXAMI (H.). Excursion aux environs de Laon, Soissons et Reims. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, p. 104-125; 1910 (Compte rendu d'une excursion dirigée par M. Leriche).
- GOSSELET (J.). Relations entre les sables de l'Éocène inférieur dans le Nord de la France et dans le Bassin de Paris. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n^o 8 (16 p.); 1890.
- Observations sur la position du Grès de Belleu, du Grès de Molinchart et du Conglomérat de Cernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 102-111; 1891.
- Quelques observations géologiques aux environs de Guiscard et de Sinceny. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXII, p. 134-149; 1894.

- GOSSELET (J.). Coup d'œil sur le Calcaire grossier du Nord du Bassin de Paris. Sa comparaison avec les terrains de Cassel et de la Belgique. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXIII, p. 160-170; 1895.
- Note sur les grès des Bruyères de la Comtesse, à Molinchart. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVIII, 1899, p. 284-289; 1900.
 - Note sur les couches de Galets de la feuille de Laon. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVIII, p. 297-305; 1900.
 - Notes d'excursions géologiques sur la Feuille de Laon. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXIX, 1900, p. 233-235, 278-356.
 - Quelques mots sur l'Excursion de la Société belge de Géologie aux environs de Laon. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXX, p. 196-205; 1901.
- GUILLAUME (Ed.). Du Thanétien inférieur aux environs de Reims. — Marnes et calcaires de Chenay dans la montagne de Saint-Thierry. — Note sur le gisement de Pourcy. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 36^e session, Reims, 1907, 1^{re} partie, p. 202-203, 204-206.
- HÉBERT. Sur une nouvelle extension, dans le bassin de Paris, des marnes lacustres et des sables de Rilly. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 647-661; 1854.
- Observations sur le gisement du banc coquillier de Sinceny. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XVIII, p. 77-79; 1861.
 - Sur la position des Sables de Sinceny. *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e sér., t. VII, p. 408-412; 1879.
- LAMBERT (Ed.). Note sur les terrains d'Argiles à lignites. *Bull. Soc. archéol., histor. et scientif. de Soissons*, t. V; 1855.
- Étude géologique sur le terrain tertiaire au nord du Bassin de Paris. *Bull. Soc. archéol. et scientif. de Soissons*, t. XI; vol. de 144 p., 1858.
- LAURENT (J.). Études scientifiques sur le pays rémois. *Reims en 1907* (volume publié à l'occasion du Congrès de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc., tenu à Reims en 1907), p. 9-65; 1907.
- Le col de Pargny-lès-Reims. *CR. Ass. fr. Av. Sciences*, 36^e session, Reims, 1907, Notes et Mémoires, p. 322-325; 1908.
 - Le gisement de Pourcy et les Travaux récents sur le tertiaire des environs de Reims et d'Épernay. *Bull. Soc. d'étude des Sciences natur. de Reims*, 1909, 18 p.
- LEMOINE (P.). Géologie du Bassin de Paris. — Librairie scientifique A. Hermann et fils, Paris, 1911.
- LEMOINE (V.). Aperçu sur la Formation géologique qu'on peut observer dans les Environs de Reims: Terrains tertiaires. *Notices sur Reims et ses environs* (volume publié à l'occasion du Congrès de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc., tenu à Reims en 1880, p. 20-44); 1880.
- LEMOINE (V.) et AUMONIER. Voir AUMONIER et LEMOINE (V.).
- LERICHE (M.). Géologie de la Forêt de Saint-Gobain. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVII, p. 33-41; 1898.
- Note sur le *Crocodylus depressifrons* trouvé à Urcel (Aisne). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVIII, p. 92-94, pl. 1; 1899.
 - Compte rendu de l'excursion de la Société géologique du Nord, dans la forêt de Saint-Gobain. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVIII, p. 105-112; 1899.
 - Le Lutétien supérieur aux environs de Pargnan (Aisne). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXX, p. 193-196; 1901.

- LERICHE (M.). Sur l'existence d'une communication directe entre les Bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *CR. Acad. des Sciences*, t. CXXXVI, p. 256-258; 1903.
- Sur les relations des mers des Bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII, p. 120-124; 1903.
 - Sur l'âge des « Sables à Unios et Térédines » des environs d'Épernay et sur la signification du terme Sparnacien. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e sér., t. IV, 1904, p. 815-817; 1903.
 - Observations sur la Géologie de l'île de Wight. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, p. 16-42; 1905 (avec notes sur la classification de l'Éocène des Bassins parisien et belge).
 - Sur la signification des termes Landénien et Thanétien. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, p. 201-205; 1905.
 - Sur l'extension des Grès à Nummulites lævigatus dans le Nord de la France, et sur les relations des Bassins parisien et belge à l'époque lutétienne. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 34^e session, Cherbourg, 1905, Notes et Mémoires, p. 394-402, pl. vii; 1906.
 - Observations sur la Classification des assises paléocènes et éocènes du Bassin de Paris. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, p. 383-392; 1906.
 - Sur l'extension des différentes assises du calcaire grossier marin dans le Bassin de Paris. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 36^e session, Reims, 1907, 1^{re} partie, p. 207 (note préliminaire); 1907.
 - Compte rendu des excursions de la Section de Géologie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences : 1^o à Châlons-sur-Vesle et à Chenay; 2^o à Sermiers, Courtagnon, Pourcy, Bligny, Sainte-Euphraise et Pargny. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 36^e session, Reims, 1907, 1^{re} partie, p. 215-216, 223-225; 1907.
 - Sur la faune ichtyologique et sur l'âge des faluns de Pourcy (Marne). *CR. Acad. des Sciences*, t. CXLV, p. 442-444; 1907.
 - Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 367-389.
 - Sur les relations entre les Bassins belge et parisien pendant l'époque tertiaire. Rapport sur une question mise à l'ordre du jour de la Section de Géologie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 38^e session, Lille, 1909, Notes et Mémoires, p. 408-410, 1910; et *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 350-354, 1910.
 - Les vestiges de la mer yprésienne entre la Flandre et l'Île-de-France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 421-428, pl. vi; 1910.
 - Sur la faune malacologique des Grès landéniens, à Végétaux, du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, 1910, p. 133-137.
 - Notice sur ses travaux scientifiques, p. 35-38. Lille, 1910.
- MELLEVILLE. Sur les travaux de M. d'Archiac, relatifs à la géologie du département de l'Aisne. *Bull. Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. XII, p. 181-187; 1841.
- Description géologique de la montagne de Laon. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XVII, p. 710-736; 1860.

- RONDOT (N.). Étude géologique du pays de Reims. *Ann. Acad. de Reims*, vol. I; 1843.
- TUNIOT. Sur un nouveau gisement fossilifère de la Marne. *Bull. Soc. d'étude des Sciences natur. de Reims*; 1902.

CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique de la France à 1/80 000.

Feuille de Laon (n° 22) : 1^{re} édition par A. DE LAPPARENT; 2^e édition par J. GOSSELET, 1902.

Feuille de Reims (n° 23), par CH. BARROIS, 1880.

Feuille de Soissons (n° 33) : 1^{re} édition par FUCHS et CLÉRAULT; 2^e édition par H. THOMAS, 1897.

Feuille de Reims (n° 34), par E. NIVOIT, 1880.

Carte géologique de la France à 1/320 000.

Feuilles de Lille (n° 8), de Mézières (n° 9), de Paris (n° 13) et de Metz (n° 14).

CARTES TOPOGRAPHIQUES

Carte de l'Etat-Major à 1/80 000.

Laon (n° 22) S.E. — Reims (n° 23) S.W. — Soissons (n° 33) N.E. — Reims (n° 34) N.W., S.W., S.E.

DEUXIÈME PARTIE

Éocène du Bassin belge.

- CORNET (J.). Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Mons du 23 au 27 septembre 1899. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXVI, Bull., p. ccxiii-ccxxv; 1900.
- Sur l'âge des sables blancs de Leval-Trahegnies. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXV, Bull., p. 81-84; 1908.
- Géologie, t. I, p. 20-35, 125-154; Mons, 1909.
- DELVAUX (E.). Visite aux gîtes fossilifères d'Aeltre. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXI, p. 274-289; 1886.
- DOLLFUS (G.). Classification des couches crétacées, tertiaires et quaternaires du Hainaut belge. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 33^e année, p. 22-26; 1902.
- FORIR (H.). Bibliographie des étages Laekénien, Lédien, Wemmélien, Asschien, Tongrien, Rupélien et Boldérien et des dépôts tertiaires de la haute et de la moyenne Belgique, 1868-1900. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXV bis (in-4°), p. 222-681; 1901.
- HALET (F.) et LEJEUNE DE SCHIERVEL (Ch.). Étude géologique avec coupe résultant des sondages effectués à travers la vallée de la Senne. *Bull. Soc. belge de Géol. Paléontol. Hydrol.*, t. XIX (1905), Mém., p. 365-376; pl. IX.

- LEDoux (A.). Étude sur les roches cohérentes du Tertiaire belge. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVIII, Mém., p. 143-187, pl. VII-XI ; 1911.
- LEJEUNE DE SCHIERVEL (Ch.) et HALET (F.). Voir HALET (F.) et LEJEUNE DE SCHIERVEL (Ch.).
- LERICHE (M.). Notice sur les Fossiles sparnaciens de la Belgique et en particulier sur ceux rencontrés dans un récent forage à Ostende. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVIII, p. 280-283 ; 1899.
- Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII, p. 239-252 ; 1903.
- Les Terrains tertiaires dans le département du Nord. *Lille et la Région du Nord en 1909* (volume publié à l'occasion du Congrès de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc., tenu à Lille en 1909), t. II, p. 23-42, 1909 ; et *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 223-248.
- Livret-guide des Excursions géologiques organisées par l'Université de Bruxelles (1^{er} fascicule), p. 5-14 ; 1912.
- MARTY (P.). Études sur les Végétaux fossiles du Trieu de Leval (Hainaut). *Mém. Mus. roy. Hist. natur. de Belgique*, t. V, 52 p., 9 pl. ; 1907.
- MOURLON (M.). Sur une nouvelle interprétation de quelques dépôts tertiaires. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 3^e sér., t. XIV, p. 15-19 ; 1887.
- Sur le Ledien de Lede, près d'Alost. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXIII, Bull. des séances, p. XIX-XXIII ; 1888.
- Le Bruxellien des environs de Bruxelles. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXII, Mém., p. 329-358 ; 1906.
- Compte rendu de l'excursion géologique aux environs de Bruxelles, dans la région faillée de Forest-Uccle. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XX, Mém., p. 45-59 ; 1906.
- RUTOT (A.). Noté sur le démembrement du système Laekenien et la création du système Wemmélien. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. V, p. 488-497 ; 1878.
- Course géologique à Jette Saint-Pierre. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. I, Proc.-verb., p. 74-75 ; 1887.
- A propos de l'étage ledien. Coup d'œil rétrospectif sur les progrès de la géologie des environs de Bruxelles. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. II, Proc.-verb., p. 109-121 ; 1888.
- Montien et Maestrichtien. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. VIII, 1894, Mém., p. 187-194.
- Sur la découverte d'une flore fossile dans le Montien du Hainaut. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XV, 1901, Proc.-verb., p. 605-613.
- Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie dans le Hainaut et aux environs de Bruxelles (du 23 au 27 août 1902). *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XVII, Mém., p. 383-499 ; 1903.
- Le faciès sparnacien du Landénien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XVIII, 1904, Proc.-verb., p. 236-237.
- RUTOT (A.) et VAN DEN BROECK (E.). Explication de la Feuille de Bruxelles ; 210 p., 3 pl., Bruxelles, 1883.

- RUTOT (A.) et VAN DEN BROECK (E.). Note préliminaire sur l'âge des diverses couches confondues sous le nom de Tuffeau de Ciplly. Sur l'âge tertiaire du Tuffeau de Ciplly. Nouveaux documents relatifs à la détermination de la masse principale du Tuffeau de Ciplly. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XX, 1885, Bull. des séances, p. xciii-xcvi, cviii-cx, cxiii-cxvii.
- Sur l'âge tertiaire de la masse principale du Tuffeau de Ciplly. Résultats de nouvelles recherches relatives à la fixation de l'âge de la masse principale du Tuffeau de Ciplly. Sur les relations stratigraphiques du Tuffeau de Ciplly avec le Calcaire de Cuesmes à grands Cérithes. La géologie de Mesvin-Ciplly. La géologie des territoires de Spiennes, Saint-Symphorien et Havré. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIII, 1885-1886, Mém., p. 3-13, 94-98, 99-124, 197-260, 306-335.
- Documents nouveaux sur la base du terrain tertiaire en Belgique et sur l'âge du Tuffeau de Ciplly. *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e sér., t. XV, p. 157-162; 1886.
- RUTOT (A.) et VINCENT (G.). Note sur l'absence du système diestien aux environs de Bruxelles et sur des observations nouvelles relatives au système laekenien. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. V, p. 56-66; 1878.
- Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. VI, p. 69-155; 1879.
- VAN DEN BROECK (E.) et RUTOT (A.). Voir RUFOT (A.) et VAN DEN BROECK (E.).
- VELGE. Observations sur la géologie des environs de Bruxelles. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXX, Bull. des séances, p. xvi-xxv; 1895.
- VINCENT (G.) et RUTOT (A.). Voir RUTOT (A.) et VINCENT (G.).

CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique de la Belgique à 1/40 000.

- Planchette de Knesselaere-Somergen (n° 39), par A. RUTOT.
- Oordegem-Alost (n° 71), par M. MOURLON.
- Bruxelles-Saventhem (n° 88), par A. RUTOT.
- Uccle-Tervueren (n° 102), par M. MOURLON.
- Mons-Givry (n° 151), par J. CORNET et A. RUTOT.
- Binche-Morlanwelz (n° 152), par A. BRIART.

Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines à 1/500 000, par G. DEWALQUE; 2^e édition, 1903.

CARTES TOPOGRAPHIQUES

Carte topographique de la Belgique à 1/40 000.

- Feuille de Bruges (n° 13).
- Gand (n° 22).
- Bruxelles (n° 31).
- Mons (n° 45).
- Charleroi (n° 46).

TROISIÈME PARTIE

Oligocène et Néogène des environs d'Anvers.

- COGELS (P.). Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. IX, 1874, Mém., p. 7-32.
- COGELS (P.) et VAN DEN BROECK (E.). Observations géologiques faites à Anvers à l'occasion des travaux de creusement des nouvelles cales sèches et de prolongement du Bassin du Kattendyk. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XIV, 1879, Mém., p. 29-79, pl. III-VI.
- DOLLFUS (G.). Classification du Tertiaire moyen et supérieur de la Belgique. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e sér., t. III, p. 256-260; 1903.
- HASSE (G.). Les Schijns et l'Escaut primitifs à Anvers. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXIV, 1910, Mém., p. 439-453, pl. XX-XXII.
- LERICHE (M.). Livret-guide des Excursions géologiques organisées par l'Université de Bruxelles (1^{er} fascicule), p. 40-44; 1912.
- NYST (P.-H.) Conchyliologie des Terrains tertiaires de la Belgique. Première partie : Terrain pliocène scaldisien. *Ann. Musée roy. Hist. natur. de Belgique*, série paléontologique, t. III, vol. texte, 348 p., atlas de 28 pl.; 1881.
- VAN DEN BROECK (E.). Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. IX, 1874, Mém., p. 87-374, pl. IV.
- Introduction à la Conchyliologie des Terrains tertiaires de la Belgique. Première partie: Terrain pliocène scaldisien par P.-H. Nyst, p. I-LVII, 1881. *Ann. Musée roy. Hist. natur. de Belgique*, Série paléontologique, t. III.
- Diestien, Casterlien et Scaldisien. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XVII, 1882, Bull. des séances, p. CIII-CVIII.
- VAN DEN BROECK (E.) et COGELS (P.). Voir COGELS P. et VAN DEN BROECK (E.).
- VAN ERTBORN (O.). Note sur les formations géologiques des environs d'Anvers. *Bull. Soc. de Géogr. d'Anvers*, t. III, p. 346-350; 1879.
- Les terrains miocène, pliocène et quaternaire à Anvers. *Bull. Soc. de Géogr. d'Anvers*, t. VI, p. 305-362; 1882.
- VINCENT (G.). Documents relatifs aux sables pliocènes à « *Chrysodomus contraria* » d'Anvers. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXIV, 1889, Bull. des séances, p. XXVIII-XXXI.

CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique de la Belgique à 1/40 000.

Planchette d'Anvers-Borgerhout (n° 28), par M. MOURLON.

Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, à 1/500 000, par G. DEWALQUE; 2^e édition, 1903.

CARTE TOPOGRAPHIQUE

Carte topographique de la Belgique à 1/40 000.

Feuille d'Anvers (n° 15). _____

Séance d'ouverture. Mardi 27 août 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS GENTIL, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ,
 PUIS DE M. M. LERICHE, PRÉSIDENT DE LA RÉUNION,

La séance est ouverte à 20 h. 30, dans la salle des Actes du Lycée de Laon.

M. Louis Gentil, en ouvrant la séance, souhaite la bienvenue, au nom de la Société, à tous ceux qui vont prendre part aux travaux de la Réunion extraordinaire dans le Nord de la France et en Belgique.

Il faut remonter à l'année 1853 pour retrouver dans nos annales le souvenir d'une réunion de la Société géologique de France dans ces contrées. Elle fut tenue à Valenciennes et présidée par d'Omalius d'Halloy, assisté d'illustres géologues comme Elie de Beaumont. En 1863, d'Omalius d'Halloy convoquait ses confrères à Liège où il était secondé par Alcide d'Orbigny, et là, M. Gosselet, l'un de nos vénérés doyens, montrait déjà ce que devrait un jour la géologie franco-belge à sa précieuse activité. En 1874, la Société tenait sa Réunion à Mons et à Avesnes sous la présidence de M. Dewalque. Enfin, en 1883, M. Gosselet réunissait la Société à Charleville et certains d'entre nous ont encore présentes à la mémoire les discussions importantes soulevées par lui à cette réunion, sur la stratigraphie et la tectonique de l'Ardenne.

Depuis cette époque déjà lointaine, malgré les travaux nombreux et remarquables publiés sur la région que nous allons parcourir, les réunions annuelles de la Société se sont tenues sur d'autres points, aussi devons-nous une grande reconnaissance à M. Maurice Leriche d'avoir préparé un vaste programme de courses qui nous promettent d'offrir le plus vif intérêt.

Tous les participants de la Réunion ont déjà pu s'en rendre compte, d'après le beau *livret-guide* écrit et distribué gratuitement par notre distingué confrère ¹.

M. Gentil propose, avant de passer à l'élection du Bureau, d'acclamer à la présidence d'honneur M. Gosselet à qui son grand âge n'a pas

1. M. LERICHE. Livret-guide de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers (27 août-6 septembre 1912), p. 3-36 (vol. de 112 p., 29 fig. dans le texte; Bruxelles, imprimerie Weissenbruch; 1912).

permis d'affronter les courses, un peu rapides parfois, que la Société aura à poursuivre au cours de cette réunion extraordinaire.

On procède ensuite à l'élection du bureau de la Réunion. Sont nommés : *Président d'honneur* : M. J. GOSSELET ; *Président* : M. M. LERICHE ; *Vice-présidents* : MM. Ch. DEPÉRET et G.-F. DOLLFUS pour la France, M. J. CORNET pour la Belgique ; *Secrétaires* : MM. Paul JODOT et Paul COMBES ; *Trésoriers* : MM. F. CANU et V. VAN STRAELEN.

M. Leriche remercie ses confrères de l'honneur qui lui est fait ; il retrace brièvement le programme de la Réunion, programme qui est exposé en détail dans le *livret-guide* envoyé à tous les participants, quelques jours avant l'ouverture de la Session (Voir plus loin : L'Éocène des Bassins parisien et belge, etc., p. 692 et sq.).

Il donne ensuite lecture de la lettre suivante, que lui adresse M. Gosselet.

« Mon cher Leriche. — Je ne veux pas que la Société géologique de France se réunisse dans ce qui fut autrefois mon domaine géologique universitaire, sans venir la saluer et lui dire combien je regrette de ne pouvoir pas assister à sa session. Mes vieilles jambes ne peuvent plus exécuter qu'une marche très lente qui retarderait l'excursion. Et aussi je crains surtout la fatigue de plusieurs jours de voyages, accompagnés de discussions, où il me serait impossible de ne pas prendre part. Car vous allez examiner des questions qui m'ont vivement passionné et qui me passionnent encore.

Veillez donc, mon cher Leriche, excuser mon absence et souhaiter de ma part à nos collègues présents à Laon, bonnes études et beau temps. Votre bien dévoué. J. GOSSELET ».

M. Leriche ajoute : « Jusqu'au dernier moment, j'avais espéré que mon vénéré Maître pourrait suivre les excursions et prendre la présidence effective de la Réunion. Je regrette vivement que la crainte des fatigues à supporter le retienne aujourd'hui loin de nous.

« Il m'est impossible de ne pas évoquer en ce moment le souvenir de nos courses communes dans ce Laonnais que nous allons parcourir en débutant, et où M. Gosselet guidait, il y a quinze ans, mes premiers pas. Aux regrets qu'en votre nom je vais exprimer à notre cher Doyen, au témoignage de respectueuse sympathie que vous voulez bien lui adresser, permettez-moi de joindre l'hommage de ma très vive reconnaissance. »

Une présentation est annoncée.

M. Leriche communique ensuite une invitation de la Municipalité de Reims à assister, le 31 août, après la séance du soir, à une réception organisée, à l'Hôtel de ville, en l'honneur de la Société géologique.

L'objet principal de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France, en 1912, est l'étude de l'Éocène : 1^o dans le Nord-Est du Bassin de Paris ; 2^o dans le Bassin belge.

L'ÉOCÈNE DES BASSINS PARISIEN ET BELGE

PAR **M. Leriche**¹.

Les deux grandes dépressions, occupées par les terrains tertiaires, qui forment les Bassins parisien et belge, sont séparées, comme on le sait, par les grandes plaines crayeuses de la Picardie et de la Champagne. Ces terrains ont une composition très différente, dans le Bassin de Paris et dans le Bassin belge.

Dans le Bassin de Paris, ils présentent une alternance régulière de formations marines et de formations continentales (lagunaires, lacustres et fluviales) (fig. 2).

Dans le Bassin belge, au contraire, ils n'offrent plus, à partir de l'Yprésien, qu'une succession de formations marines.

L'étude des lambeaux tertiaires, disséminés, entre les deux Bassins, à la surface des plaines picarde et champenoise, celle des roches tertiaires remaniées dans les dépôts quaternaires, montrent que les mers éocènes ont, à diverses reprises, recouvert ces plaines et réalisé l'unité de ces Bassins.

Lorsque, dans les formations marines d'un même étage éocène, il est possible de distinguer plusieurs horizons paléontologiques, on constate que ces horizons sont en transgression du Nord vers le Sud. Il en résulte que les invasions marines se sont faites dans cette même direction. Elles n'ont d'abord intéressé que le Bassin belge ; elles se sont étendues ensuite au Bassin de Paris.

A l'Est, au Sud et à l'Ouest du Bassin de Paris, toutes les formations marines, éocènes, passent latéralement à des formations continentales. On doit en conclure que, dans leur retraite, les mers ont suivi le chemin de l'invasion.

Ainsi, pour chacune des oscillations auxquelles a été soumis, pendant l'Éocène, le Bassin franco-belge, la phase positive ou d'immersion a eu son maximum de durée dans le Bassin belge et son minimum dans le Bassin de Paris. Au contraire, la phase négative ou d'émersion a eu son maximum de durée dans le Bassin de Paris et son minimum dans le Bassin belge.

Ces faits expliquent immédiatement les différences fondamen-

1. M. LERICHE. Livret-guide, p. 3-32.

N. W.

S. E.

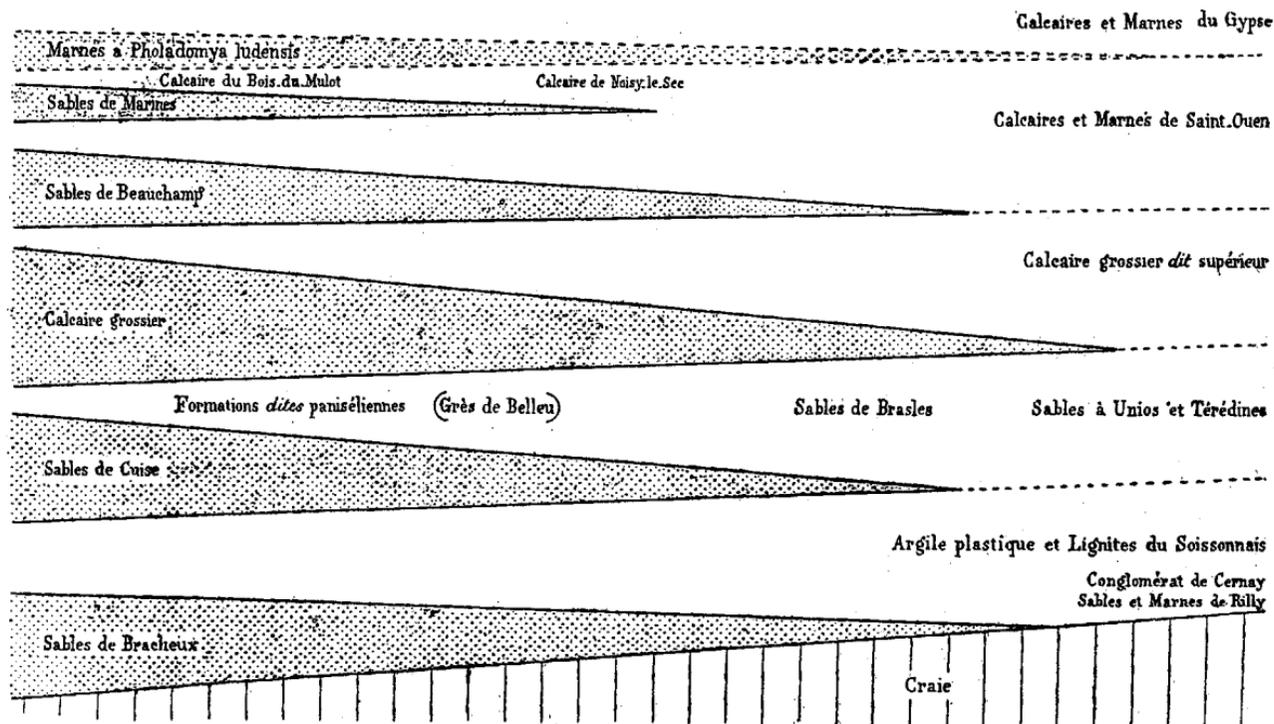


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE A TRAVERS L'ÉOCÈNE DU BASSIN DE PARIS montrant l'alternance régulière, à partir des Sables de Bracheux, des formations marines et continentales.

Les formations marines sont en grisé; les formations continentales en blanc. — Les formations dites paniséliennes comprennent les Argiles de Laon et leurs différents faciès (Fig. extr. des *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, p. 385).

tales qui existent, dans la composition de l'Éocène, entre les deux Bassins. Dans le Bassin belge, les formations continentales d'un cycle sédimentaire ont pu, en raison de leur faible développement, être complètement détruites par l'érosion marine, au début du cycle sédimentaire suivant, alors que, dans le Bassin de Paris, ces formations ont pu, grâce à leur puissance plus grande, être partiellement conservées.

Dans le Bassin de Paris, les cycles sédimentaires sont, en général, complets¹. Dans le Bassin belge, ils sont, en général, réduits à leur partie inférieure, marine, et ne sont plus séparés que par des graviers de base les cordons littoraux des mers qui envahissaient la région au début de ces cycles.

La division en étages de l'Éocène du Bassin anglo-franco-belge reposera sur cette notion du cycle sédimentaire et sur les caractères fauniques des formations marines. Tout cycle sédimentaire possédant une faune marine qui lui est propre, constituera un étage. Deux cycles sédimentaires possédant la même faune marine ne formeront qu'un seul étage. Dans le premier cas, chaque étage comprendra donc une formation inférieure, marine, et une formation supérieure, continentale.

L'Éocène du Bassin de Paris comprend sept cycles sédimentaires, auxquels se rattachent respectivement les sept formations marines suivantes : *Calcaire à Lithothamnium* (= Calcaire pisolitique), *Sables de Bracheux*, *Sables de Cuise*, *Calcaire grossier proprement dit*, *Sables de Beauchamp*, *Sables de Marines et de Cresne*, *Marnes à Pholadomya ludensis*.

Les cinq premières formations ont chacune une faune suffisamment différenciée pour qu'il y ait lieu de considérer les cycles auxquels elles se rapportent comme formant autant d'étages distincts. Suivant la valeur que l'on accordera aux différences fauniques que présentent entre elles les deux dernières formations, il y aura lieu de les réunir en un seul étage ou de les regarder comme des étages distincts.

La dénomination de ces étages sera régie par les lois qui règlent la nomenclature des espèces. On choisira, comme nom d'étage, le nom le plus ancien donné à ces formations ou à des formations synchroniques des Bassins anglais et belge. On distinguera ainsi les étages MONTIEN, LANDÉNIEN, YPRÉSIEEN, LUTÉTIEN, LEDIEN², BARTONIEN (ou BARTONIEN et LUDIEN).

1. En ce sens qu'une partie des formations continentales a subsisté.

2. Le terme Auversien a la priorité sur celui de Ledien; mais, à l'origine, il ne servait qu'à désigner une petite zone des Sables de Beauchamp.

1° *Composition de l'Éocène dans le Bassin de Paris.*

MONTIEN.

Le Montien n'est plus représenté, dans le Bassin de Paris, que par des formations marines. Celles-ci consistent en calcaires à *Lithothamnium* (= calcaire pisolithique), dont la faune a, malgré la persistance de quelques types crétacés, des affinités tertiaires incontestables.

L'érosion pré-landénienne n'a même laissé subsister de l'immense nappe, que formaient primitivement les calcaires à *Lithothamnium*, que quelques lambeaux très espacés¹.

LANDÉNIEN.

Le *Landénien marin* ou « *Landénien inférieur* » est constitué par des sables glauconifères, souvent argileux à la base, dans lesquels la proportion de glauconie va en diminuant progressivement à mesure que l'on s'élève dans la formation. La partie inférieure de ces sables est souvent agglutinée, par un ciment opalifère, en un grès tendre, se débitant en plaquettes, le Tuffeau ou les « Petits Grès » de d'Archiac.

Le Landénien marin du Bassin anglo-franco-belge comprend trois assises paléontologiques, qui sont :

3. Assise à *Cyprina scutellaria*, *Cardita pectuncularis*, *Crassatella bellovacensis*.
2. — *Pholadomya Konincki*.
1. — *Cyprina Morrissi*.

La mer landénienne n'avait pas encore atteint le Bassin de Paris à l'époque où l'assise à *Cyprina Morrissi* se déposait dans le Bassin belge.

L'assise à *Pholadomya Konincki* forme donc la base du Landénien, dans le Bassin de Paris. Elle est limitée à la bordure septentrionale de l'Île-de-France ; on la suit entre La Fère et Reims. A La Fère et aux environs de Reims, elle est à l'état de tuffeau (*Tuffeau de la Fère*) ; à Laon, elle est formée par un sable argileux, glauconifère, auquel est subordonnée une argile (*Argile*

1. Le Montien ne sera pas observé au cours de la Réunion, dans le Bassin de Paris. Les lambeaux montiens les plus rapprochés du lieu de la Réunion sont ceux des environs de Vertus, au Sud d'Épernay.

de *Vaux-sous-Laon*), qui affecte une disposition lenticulaire.

Indépendamment de *Pholadomya Konincki* NYST, on trouve dans cette assise : *Ostrea eversa* MELLEY., *Astarte inæquilatera* NYST, des moules de terriers de *Martesia Heberti* DESH., et une Cyprine qui n'est encore connue qu'à l'état de moule interne, et qui paraît être différente des espèces caractéristiques des assises inférieure et supérieure (*Cyprina Morrisi* SOW., *C. scutellaria* DESH.). L'argile de Vaux est un important gisement de dents de Squales ; on y rencontre, dans un admirable état de conservation : *Odontaspis Rutoti* WINKL., *O. macrota* AGASS., prémut. *striata* WINKL., *Oxyrhina nova* WINKL., *Otodus obliquus* AGASS.

Enfin, le Tuffeau de la Fère a fourni les premiers restes connus d'*Arctocyon primævus* DE BLAINV. C'est le plus ancien niveau mammalogique tertiaire connu en Europe.

L'assise à *Cyprina scutellaria*, *Cardita pectuncularis* et *Crasatella bellovacensis* se confond avec celle dite des Sables de Bracheux et des Sables de Châlons-sur-Vesle. C'est le seul représentant du Landénien marin dans la plus grande partie du Bassin de Paris. Les sables qui la constituent sont généralement glauconifères et verdâtres. Par suite de la raréfaction de la glauconie, ils deviennent parfois presque blancs ; c'est ce qui arrive surtout à la partie supérieure de l'assise. Ces sables verdâtres ou blanchâtres sont susceptibles de s'agglutiner, pour donner des grès.

Au Nord du massif de Saint-Gobain, autour de Versigny et de Monceau-les-Leups, la partie supérieure des Sables de Bracheux est chargée de galets en silex, parfaitement arrondis, et dont l'origine est incontestablement marine. En se cimentant, cette partie donne naissance à un poudingue, qui est exploité pour le pavage des routes et comme pierre de soubassement. Comme l'a montré M. Gosselet, ces sables avec galets sont inférieurs aux Argiles à lignites. Ils représentent le cordon littoral de la mer landénienne en régression.

Les principaux gisements fossilifères de l'assise, dans le Nord-Est de l'Île-de-France, sont localisés aux environs de Reims (Châlons-sur-Vesle, Jonchery, Mont-de-Berru). Le gisement de Châlons-sur-Vesle a fourni à lui seul près de 350 espèces, qui se répartissent entre les groupes les plus divers (Reptiles, Poissons, Céphalopodes, Gastropodes, Lamellibranches, Brachiopodes).

Le Landénien continental (lagunaire, lacustre et fluviatile) (=« Landénien supérieur » ou Sparnacien) présente, dans sa structure, la plus grande variété. Il comprend : des argiles plastiques

et ligniteuses, des lignites, des faluns à Potamides et à Cyrènes, des marnes et des calcaires lacustres, des sables à grain variable et à stratification souvent entrecroisée. Comme dans tous les dépôts effectués sous le même régime, il est impossible d'y établir des divisions stratigraphiques que l'on puisse suivre sur quelque distance.

Dans la partie centrale du Bassin de Paris, la formation est essentiellement lagunaire; elle consiste en argiles plastiques, en argiles ligniteuses, en faluns à Potamides et à Cyrènes, en lignites ou « cendres », qui pendant longtemps furent exploités pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun, et comme amendement pour l'agriculture. Les fossiles les plus répandus sont : *Potamides funatus* MANT., *Melania inquinata* DEFR., *Cyrena cuneiformis* FÉR., *Ostrea bellovacensis* LAMK.

Sur la bordure orientale de l'Île-de-France, les formations lacustres se succèdent à courts intervalles, et arrivent à former, par leur ensemble, des masses relativement puissantes. Ce sont : vers la base, les Calcaires marneux et Marnes blanches de Rilly, à *Physa gigantea* MICH. et *Viviparus aspersus* MICH., les Marnes de Chenay; plus haut, viennent les calcaires tendres du Mont-Bernon, près Epernay, à *Sphærium lævigatum* DESH., *Physa columnaris* DESH., et oogones de *Chara*.

Le *Conglomérat de Cernay*, célèbre par la riche faune mammalogique qu'il a fournie, est un sable grossier, fluviatile, renfermant de nombreux petits galets de marnes landéniennes et de craie. Au Mont-de-Berru, à l'Est de Reims, il ravine les Sables de Châlons-sur-Vesle et s'enfonce même dans la Craie.

Sur la bordure orientale du Laonnais, on assiste au passage du faciès argileux du Landénien lagunaire, dans le Bassin de Paris, au faciès arénacé du Nord de la France et de la Belgique. Aux environs de Molinchart, les Argiles à lignites passent latéralement à des sables transformés en grès (Grès de Molinchart), qui renferment la faune caractéristique des Argiles à lignites (*Cyrena cuneiformis*, *Potamides funatus*).

Comme pour les étages qui suivent, les formations lagunaires et lacustres du Landénien débordent, dans la région fermée du Bassin de Paris, à l'Est, au Sud et à l'Ouest, l'assise marine la plus récente (assise à *Cyprina scutellaria*) et semblent continuer l'allure transgressive des assises marines. Ce fait n'est pas dû, comme on l'a dit, à un relèvement du centre du Bassin, à l'époque du « Landénien supérieur »; il est la conséquence de la transgression même de la mer, qui faisait reculer devant elle la ligne de lagunes et de lacs.

YPRÉSIEN.

L'*Yprésien marin* est représenté par les *Sables de Cuise* ou *Sables du Soissonnais*. Ce sont des sables fins, glauconifères, caractérisés surtout par la fréquence du couple *Nummulites planulatus-elegans*. Ces *Nummulites* forment souvent à la partie supérieure du dépôt, de véritables lits — les « lits coquilliers » de d'Archiac —, qui sont parfois accompagnés de petits bancs de calcaires en plaquettes, où l'on trouve *Alveolina oblonga* associée à *N. planulatus-elegans*. Les sables renferment souvent des concrétions dures, arrondies, dites « têtes-de-chat », qui sont exploitées pour l'empierrement.

Les *Sables de Cuise* atteignent 30 mètres d'épaisseur dans le Laonnais, le Noyonnais et le Soissonnais ; ils y forment la partie en pente relativement douce des versants des plateaux.

À la base de l'*Yprésien marin*, on observe, en de nombreux points — dans tout le Noyonnais, au Nord-Ouest du Laonnais et à l'Est du Tardenois — un niveau sableux renfermant de nombreux galets en silex, noirs et bien calibrés. Ce niveau est souvent très fossilifère : les deux gisements les plus importants sont celui de Sinceny, près Chauny, et celui de Pourcy, à l'Est du Tardenois, dans la vallée de l'Ardre. Dans ce dernier gisement, les fossiles sont en telle abondance qu'ils forment un véritable falun, que l'agriculture exploite comme amendement.

Les fossiles des *Sables de Sinceny* comme ceux des *Faluns de Pourcy*, sont d'origine différente. Les uns sont des espèces lagunaires des Argiles à lignites ; les autres, des formes marines des *Sables de Cuise*. Leur association résulte de l'invasion, par la mer yprésienne, des lagunes où se déposaient les Argiles à lignites. Les premiers sont autochtones ; les seconds sont allochtones et déterminent l'âge du dépôt.

Les *Sables de Sinceny* et les *Faluns de Pourcy* représentent les cordons littoraux successifs de la mer yprésienne en transgression.

L'*Yprésien continental* est formé, dans le Laonnais, le Noyonnais, le Soissonnais et le Tardenois, par un ensemble de sables ligniteux, à stratification entrecroisée, et d'argiles souvent ligniteuses (*Argiles de Laon*). Aux environs de Soissons, il renferme un grès à Végétaux (*Grès de Belleu*), qui a fourni des restes de *Lepidosteus*. Comme tous les dépôts similaires, il ne présente aucune constance dans sa composition. Lorsque les argiles dominent ou sont suffisamment épaisses, elles déterminent à la

base du Calcaire grossier, qu'elles supportent, une nappe aquifère, d'où s'échappent de nombreuses sources, parfois pétrifiantes. Tous les plateaux du Noyonnais, du Laonnais, du Soissonnais et de l'Est du Tardenois présentent souvent, au niveau de l'Yprésien continental, une ceinture de fontaines, où vont s'alimenter les populations établies sur le bord de ces plateaux.

A l'Ouest de la Montagne de Reims, on voit apparaître un faciès représenté par des sables grossiers, fluviaux, qui va en se développant vers le Sud, pour former, aux environs d'Épernay, les *Sables à Unios et Térédines*.

LUTÉTIEN.

Le terme Lutétien se confond, dans le Bassin de Paris, avec celui de *Calcaire grossier*.

Le *Lutétien marin* est constitué par un ensemble de calcaires en général assez tendres, mais résistants. Il forme, sur le rebord des plateaux et sur les flancs des vallons qui les découpent, un

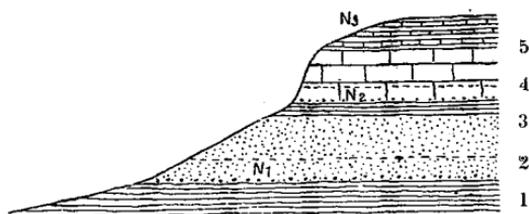


FIG. 3. — COUPE D'UN PLATEAU DU LAONNAIS, entre l'Ailette et l'Aisne, pour montrer les relations entre la nature des couches et la forme des versants.

LUTÉTIEN : 5, Calcaire grossier continental (marnes et calcaires); 4, Calcaire grossier marin. — YPRÉSIEN : 3, Argiles de Laon; 2, Sables de Cuise. — LANDÉNIEN : 1, Argiles à lignites. — N_1 , Nappe aquifère de la base des Sables de Cuise; N_2 , Nappe aquifère de la base du Calcaire grossier; N_3 , Petites nappes aquifères du Calcaire grossier continental.

escarpement abrupt, qui se dresse, comme un rempart, sur la pente, relativement douce, formée par les Sables de Cuise (fig. 3). Cet escarpement prend parfois un aspect ruiniforme, là où la végétation arborescente, à laquelle il est abandonné, ne l'a pas envahi. Il est creusé, dans le Laonnais et dans le Soissonnais, de nombreuses habitations souterraines ou « creutes ». Aujourd'hui, les habitants sont, pour la plupart, sortis de leurs creutes; ils ont construit à côté d'elles des maisons plus confortables. La creute est devenue une dépendance de l'habitation (fig. 4). La répartition des maisons est ainsi liée à celle des creutes et, par suite, à la forme du rebord du plateau. Il en résulte, pour

les « villages de creutes », une forme allongée ; ils consistent en une seule rue, située au pied de l'escarpement de Calcaire grossier (fig. 5 et 6). A quelques mètres en contre-bas de la rue, du côté opposé à l'escarpement, des sources s'échappent de la nappe aquifère déterminée, à la base du Calcaire grossier, par les argiles de l'Yprésien supérieur.



FIG. 4. — DÉPENDANCES D'UNE FERME, CREUSÉES DANS LE CALCAIRE GROSSIER DOLOMITISÉ (assise à *Cerithium giganteum*), à Paissy (Aisne).

Le Lutétien marin débute par un sable grossier, formé de gros grains de quartz et de glauconie, et renfermant, avec des galets en silex, des dents de Squales roulées ; c'est la « Glauconie grossière » des anciens auteurs.

Il se subdivise en quatre assises, qui sont :

4. Assise à *Cerithium giganteum* et *Orbitolites complanatus*.
3. — à *Ditrupa strangulata*.
2. — à *Nummulites lævigatus*.
1. — à *Maretia Omaliusi*.

I. — L'assise inférieure, à *Maretia Omaliusi*, est formée de calcaires sableux, tendres, ou de sables, toujours plus ou moins calcarifères, qui renferment parfois, comme les Sables de Cuise, des « têtes-de-chat ». Ses fossiles caractéristiques sont, [indé-

pendamment de *Maretia Omaliusi* GAL. [= *M. grignonensis* (DESM.) COTT.]¹, *Gladius Baylei* DESH., que l'on ne rencontre qu'à l'état de moule, et une prémutation du couple *Nummulites lævigatus-Lamarcki*. La Nummulite macrosphérique (*N. Lamarcki*) est relativement beaucoup plus abondante dans cette assise que dans l'assise suivante. La Nummulite microsphérique (*N. lævigatus*) diffère de *N. lævigatus* typique par sa forme beaucoup plus large, plus plate et plus tourmentée.

L'assise à *Maretia Omaliusi* est limitée au Laonnais, au Noyonnais et au Soissonnais. C'est dans la partie la plus septentrionale de cette région de l'Île-de-France, au Nord du massif de Saint-Gobain, que cette assise atteint sa plus grande puissance (10 mètres).



FIG. 5. — UN VILLAGE DE CREUTES : GENY (Aisne).

Les maisons sont alignées long de l'escarpement abrupt formé par le Calcaire grossier marin. Cet escarpement succède à un versant, en pente relativement douce, formé par les Sables de Cuise. Il se continue par un versant arrondi, correspondant au Calcaire grossier continental, qui constitue le sommet du plateau.

II. — L'assise à *Nummulites lævigatus* consiste en calcaires presque entièrement formés de *Nummulites lævigatus* typiques. Contrairement à ce qui se présente dans l'assise sous-jacente, la forme microsphérique est beaucoup plus répandue que la forme macrosphérique. Ces calcaires sont désignés, dans le langage populaire, sous le nom de « pierre à liards ».

1. Cette espèce n'est cependant pas limitée à l'assise inférieure du Calcaire grossier. En Belgique, Cotteau l'a signalée dès l'Yprésien supérieur [G. COTTEAU. Description des Échinides tertiaires de la Belgique (*Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers publiés par l'Académie royale de Belgique*, t. XLIII), p. 77; 1880]. Elle est assez répandue dans le Bruxellien; on la retrouve dans le Ledien, où elle devient plus rare. Mais, dans le Nord de l'Île-de-France, je ne l'ai jamais rencontrée que dans l'assise inférieure du Lutétien, où elle est parfois très commune (Moulin-sous-Touvent).

L'assise se termine par un banc très coquillier et très constant, le « banc Saint-Jacques ». Les fossiles, dont le test a été dissous, ne sont plus représentés que par des moules internes et des empreintes externes. Les plus caractéristiques sont : *Chama calcarata* LAMK., *Corbis lamellosa* LAMK., *Cardium porulosum* SOL., *Meretrix lævigata* LAMK., *Turritella terebellata* LAMK.

Les calcaires à *N. lævigatus*, généralement durs, font saillie dans les affleurements de Calcaire grossier. Dans certains cas, ils s'ameublissent et sont exploités pour sabler les allées des parcs et des jardins.

L'épaisseur de l'assise à *Nummulites lævigatus*, y compris le banc Saint-Jacques, ne dépasse guère 2 mètres; elle atteint rarement 3 mètres.



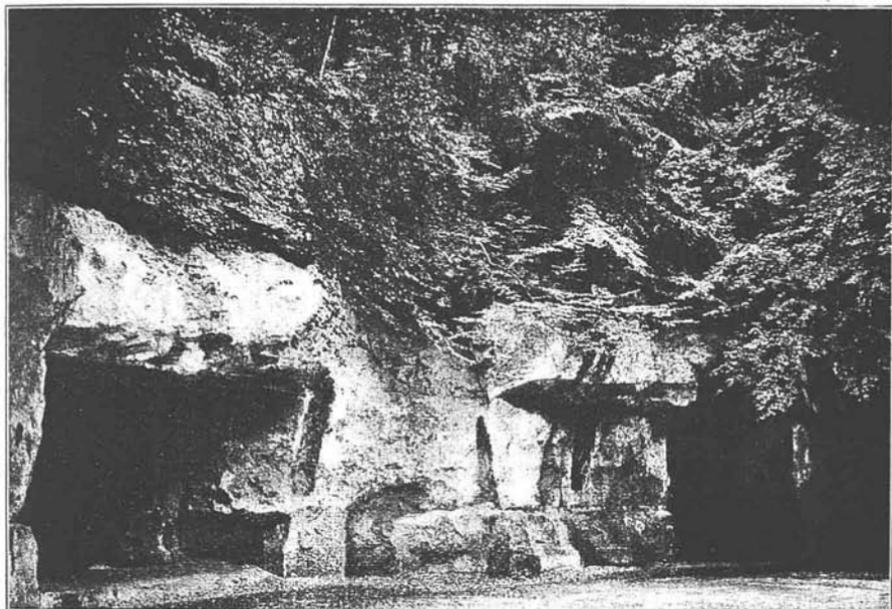
FIG. 6. — UNE PARTIE D'UN VILLAGE DE CREUTES : PAISSY (Aisne).
Maisons, avec creutes comme dépendances.

III. — L'assise à *Ditrupa strangulata* est constituée par des calcaires tendres, caractérisés par l'abondance de *Ditrupa strangulata* DESH. A l'affleurement, ces calcaires ont une tendance à se débiter en plaquettes et deviennent parfois pulvérulents. Dans ce dernier cas, ils sont exploités, sous le nom de cran ou de cron, comme amendement pour l'agriculture. Cette assise peut atteindre 6 mètres d'épaisseur.

C'est à la partie supérieure de cette assise que sont ouvertes la plupart des creutes; elles ont, comme ciel, un banc de calcaire plus résistant, avec lequel débute l'assise suivante.

IV. — L'assise à *Cerithium giganteum* et *Orbitolites complanatus* est formée de calcaires assez résistants, qui sont carac-

térisés par la présence de *Cerithium giganteum* LAMK. et par la fréquence d'*Orbitolites complanatus* LAMK. *C. giganteum* est toujours, dans le Laonnais, le Noyonnais et le Soissonnais, à l'état de moule interne, et ressemble alors à un verrain, d'où le nom de « bancs à verrains » que donnent les carriers aux couches qui composent cette assise. *Orbitolites complanatus* apparaît déjà dans l'assise à *Ditrupa strangulata* ; il présente son maximum de fréquence dans l'assise à *C. giganteum*.



Cliché communiqué par M. E. Sartiaux.

FIG. 7. — LES CARRIÈRES SÉBOURGAND, A SAINT-GOBAIN (AISNE),
ouvertes dans le Calcaire grossier, à *Cerithium giganteum*.

La partie supérieure de l'assise est formée par un calcaire à *Lithocardium aviculare* LAMK., qui, à l'affleurement, se débite en plaquettes minces ou « cliquarts ». Elle renferme, sur la bordure orientale du Tardenois, des silex gris jaunâtre, en lits discontinus.

Des Miliolites se rencontrent aux différents niveaux de l'assise à *Cerithium giganteum*. Elles se montrent déjà au sommet de l'assise à *Ditrupa strangulata* ; elles deviennent abondantes dans le calcaire à *Lithocardium aviculare* ; elles sont plus abondantes encore dans les bancs à Potamides de la base du Lutétien lagunaire.

Vers le Sud : à l'Ouest de Reims et d'Épernay et aux environs de Montmirail, l'assise à *Cerithium giganteum* se trouve souvent à l'état meuble; les fossiles (Gastropodes et Lamelli-branches) qui, dans ces régions, ont conservé leur test et sont admirablement conservés, se trouvent mis en liberté. C'est cette circonstance qui a fait la célébrité des gisements de Courtagnon, de Chamery, de Damery, de Fleury et de Montmirail.

L'assise à *Cerithium giganteum*, dont la puissance, dans le Nord de l'Île-de-France, n'est pas inférieure à 10 mètres, a une grande importance économique¹. Elle a été activement exploitée dans le Laonnais, et l'est encore dans le Soissonnais comme pierre d'appareil. A son niveau, sur le rebord des plateaux, s'ouvrent de nombreuses carrières souterraines (fig. 7), dont la plupart sont aujourd'hui transformées en champignonnières.

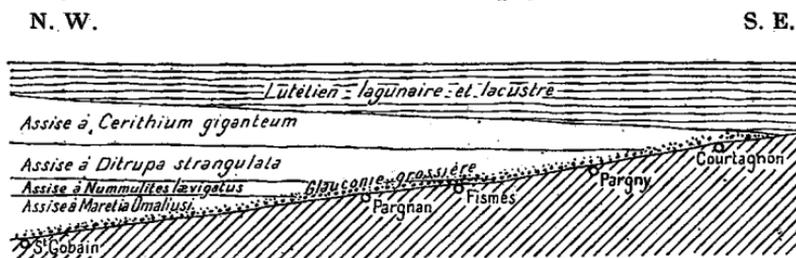


FIG. 8. — Coupe schématique montrant la TRANSGRESSION DES ASSISES MARINES LUTÉTIENNES.

DOLOMITISATION. — Les différentes assises du Lutétien marin sont susceptibles de se dolomitiser. Les parties dolomitisées forment, dans le Calcaire grossier, des masses irrégulières, dont la stratification est confuse (fig. 4, p. 700, partie de gauche) et qui, en un même point, peuvent embrasser une ou plusieurs assises. Dans ces masses, la décalcification est complète; tous les fossiles à coquille calcaire ont entièrement perdu leur test : dans l'assise à *Nummulites lævigatus*, les Nummulites ne sont plus représentées que par des cavités lenticulaires; dans l'assise à *Ditrupa strangulata*, les tubes de Ditrupes ont laissé de petites cavités cylindriques.

Le fait que le Lutétien lagunaire, qui recouvre le Lutétien marin, ne renferme pas de magnésie, montre que la formation

1. Les bancs ont reçu des noms différents qui rappellent l'un ou l'autre de leurs caractères. Dans la vallée de l'Aisne, la succession des bancs est la suivante, à partir du « banc de fond », qui appartient à l'assise à *Ditrupa strangulata* : l'élanfiche, qui est le banc le plus apprécié, et dont l'épaisseur est d'environ 2 mètres; le banc de quatre-vingts (de 80 centimètres d'épaisseur); le banc de cent quarante; le banc infernal, ainsi appelé à cause de la fréquence de « verains » très durs, sur lesquels viennent s'émauser les outils.

des calcaires magnésiens — desquels dérivent, par décalcification, les masses dolomitiques — est contemporaine du Calcaire grossier.

La décalcification des calcaires magnésiens a été suivie d'un phénomène de concrétionnement, qui a donné naissance à des rognons, dont l'accroissement aboutit à la formation de bancs irréguliers, poussant des prolongements stalactiques dans la dolomie restée pulvérulente. En se rapprochant, ces bancs finissent par former des masses résistantes, qui donnent naissance à des rochers pittoresques.

TRANSSESSION DES ASSISES DU LUTÉTIEN MARIN. — Lorsque, partant du Nord de l'Île-de-France, on se dirige vers le Sud-Est, le Sud ou l'Ouest, on voit les assises successivement s'amincir, puis disparaître. L'assise inférieure, à *Maretia Omaliusi*, est loin d'atteindre Paris (pl. XXV). C'est la raison pour laquelle cette assise est restée longtemps ignorée des géologues parisiens, qui ne l'ont mentionnée ni dans leurs travaux, ni dans leurs traités. Puis, disparaissent, à leur tour, les assises à *Nummulites lævigatus*, à *Ditrupa strangulata*, à *Cerithium giganteum* (fig. 8).

En tous les points, quelle que soit l'assise avec laquelle commence le Calcaire grossier, celui-ci débute par la « Glauconie grossière ». Ce niveau graveleux est parfois encore indiqué, par les auteurs, comme formant l'assise inférieure du Calcaire grossier. Il représente, en réalité, les cordons littoraux successifs de la mer lutétienne en transgression. Il renferme fréquemment *Eupsammia trochiformis* PALL.

Le *Lutétien continental* ou *Calcaire grossier supérieur* est formé par un ensemble de calcaires en plaquettes — désignés sous le nom général de caillasses — de faluns à Cérithes, de calcaires sublithographiques, de calcaires marneux, de marnes blanches et d'argiles vertes; il s'y intercale parfois des lits de lignite (Bagneux et Vaugirard, près Paris; Pargnan, entre Laon et Reims). Les plateaux qu'il recouvre sont livrés à la culture. Il forme sur leurs bords un versant arrondi, en pente relativement douce, qui succède à l'escarpement abrupt du Lutétien marin (fig. 5 et 6, p. 701 et 702).

La plus grande irrégularité règne dans l'ordre de succession de ces roches, qui sont toujours en bancs minces et forment des alternances répétées. Il serait illusoire d'essayer, comme on l'a fait, d'étendre au Lutétien lagunaire et lacustre du Nord-Est de l'Île-de-France les divisions qui ont été reconnues dans les formations correspondantes des environs de Paris.

La faune du Lutétien continental indique une dessalure de plus en plus prononcée des lagunes et une transformation progressive de celles-ci en lacs, à mesure que l'on s'élève dans la série. A la base, sont surtout répandus des calcaires en plaquettes, caractérisés par l'abondance des Cérithes saumâtres (*Potamides* et *Batillaria*), d'où le nom de Calcaires à Cérithes donné à cette partie du Lutétien. Des calcaires marneux à *Potamides lapidum* LAMK. leur succèdent. Cette dernière espèce a dû s'adapter aux eaux douces, car on la retrouve plus haut, associée à de nombreuses formes lacustres (*Planorbis pseudoammonius* SCHLOTH., *P. paciakensis* DESH., *P. Chertieri* DESH., *Limnæa Bervillei* DESH., *L. elevata* DESH., *Chara* sp.).

A la surface des plateaux, les calcaires lacustres sont souvent meulièrement. La meulièrement débute par le remplissage des coquilles par un dépôt de silice. Si le phénomène de la décalcification intervient alors, il met en liberté les fossiles, dont la conservation est merveilleuse. C'est le cas pour les fossiles lacustres de Pargnan.

Autour de Saint-Gobain, le Lutétien lagunaire et lacustre présente un faciès spécial. Les calcaires à Cérithes sont fortement réduits; le faciès argileux devient prépondérant et forme une masse puissante de plus de 10 mètres; c'est l'*Argile de Saint-Gobain* de M. Gosselet.

A la surface de l'Argile de Saint-Gobain, on trouve fréquemment des plaquettes siliceuses, dont le gisement précis n'a pu encore être reconnu. Il est probable que ces plaquettes sont d'anciens calcaires du Lutétien lagunaire et lacustre, silicifiés.

LEDIEN OU AUVERSIEN.

Le *Ledien marin* est formé, dans le Bassin de Paris, par les *Sables de Beauchamp*. Il est représenté, dans le Nord de l'Île-de-France, par des sables sans fossiles, chargés de galets en silex et en quartz blanc. Leur cimentation donne naissance à des grès et à des poudingues à ciment gréseux.

Ces sables forment, sur les plateaux de Calcaire grossier, de petits tertres isolés et presque toujours boisés. La flore calcifuge qui les recouvre tranche sur la flore calcicole qui les entoure. Entre ces tertres, on trouve fréquemment des vestiges du Ledien marin: des galets, des blocs de grès et de poudingues, que le ruissellement a isolés.

Le *Ledien continental* n'est conservé que sur les plateaux au

Sud de la Vesle et de l'Aisne, en aval de Condé-sur-Aisne. Il est constitué par des calcaires marneux et par des marnes blanches à *Limnæa longiscata* BRONGN. ; ce sont les *Marnes de Saint-Ouen*.

Dans les régions que n'a pas atteintes la mer ledienne (Brie et bordure orientale du Tardenois), les Marnes de Saint-Ouen succèdent directement aux marnes du Lutétien lagunaire et lacustre, de sorte qu'il est presque toujours impossible de tracer, entre ces deux formations, une limite précise.

BARTONIEN ET LUDIEN.

Deux invasions marines, successives et de courte durée, semblent avoir marqué, dans le Bassin de Paris, l'époque bartonienne et ludienne.

La première invasion, qui se traduit par le dépôt des *Sables de Marines et de Cresne*, ne semble pas avoir beaucoup dépassé la partie centrale du Bassin.

La seconde fut beaucoup plus étendue. Elle dépassa même, vers l'Est et le Sud, les invasions éocènes antérieures. Dans la Montagne de Reims, le dépôt effectué pendant cette invasion est un calcaire marneux à *Pholadomya ludensis* DESH., dont l'épaisseur ne dépasse guère un mètre. C'est le type de l'étage Ludien de Munier-Chalmas et de A. de Lapparent¹.

Dans la Montagne de Reims et dans la partie orientale du Tardenois, les Marnes de Saint-Ouen se poursuivent jusqu'au calcaire marneux à *Pholadomya ludensis*, sans qu'il soit possible, en l'absence de dépôt marin correspondant aux Sables de Marines et de Cresne, de distinguer la partie de ces marnes qui doit être rapportée au Ledien (Marnes de Saint-Ouen proprement dites) de celle qui doit être attribuée au Bartonien (Calcaire marneux de Noisy-le-Sec, aux environs de Paris ; Calcaire du Bois-du-Mulot, dans le Vexin français).

Le faciès des Marnes de Saint-Ouen se continue même au-dessus du Calcaire à *Pholadomya ludensis*, et l'on passe ainsi, insensiblement, aux Marnes et Calcaires marneux de Brie, meuliérisés sur la Montagne de Reims, les plateaux du Tardenois et de la Brie.

1. D'après M. Boussac, la faune des Marnes à *Pholadomya ludensis* serait suffisamment différente de celle des Sables de Marines et de Cresne, pour qu'il y ait lieu de conserver au Ludien son indépendance vis-à-vis du Bartonien (J. BOUSSAC, Sur la faune marine de l'étage ludien. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, n° 440, p. 158-159 ; 1907).

2° *Composition de l'Éocène dans le Bassin belge*

MONTIEN.

Le Montien est limité, en Belgique, à la vallée de la Haine¹.

Le *Montien marin* ou *Montien inférieur* a pour type le *Calcaire grossier de Mons*, qui est un calcaire tendre, d'un blanc jaunâtre, célèbre par ses fossiles admirablement conservés. Le « Calcaire de Mons » n'est connu qu'en profondeur, mais les travaux de MM. Rutot et Van den Broeck ont montré son passage latéral à un calcaire grossier, friable, le *Tuffeau de Ciplly*², qui affleure sur de grandes surfaces, au Sud de Mons.

Le Tuffeau de Ciplly débute par un poudingue formé de galets de craie durcie et phosphatée. Le ciment qui les réunit renferme de nombreuses empreintes de Lamellibranches et de Gastropodes appartenant aux espèces du Calcaire grossier de Mons.

Le *Montien continental* ou *Montien supérieur* est constitué par des marnes et des calcaires lacustres à *Physes*, *Sphærium* et oogones de *Chara*. A l'état de plaquettes silicifiées, ces calcaires se retrouvent fréquemment dans le Quaternaire des environs de Mons.

LANDÉNIEN.

Le *Landénien marin* ou *Landénien inférieur* a la même constitution lithologique que le Landénien marin du Bassin de Paris. Il est formé de sables glauconifères, susceptibles de s'agglutiner, à la base, en un tuffeau. Au Nord de la vallée de la

1. MM. Schmitz et Stainier ont signalé dans les sondages de la Campine, entre le Heersien (= Landénien inférieur) et le Maestrichtien, des argiles et des sables qu'ils ont attribués au Montien [G. SCHMITZ et X. STAINIER. La Géologie de la Campine avant les puits des charbonnages : 1° Deuxième note. Le Landénien; le Heersien et le Montien de la Campine (Note préliminaire). *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXIII, 1909, Proc.-verb., p. 292-295. 2° Sixième note préliminaire (Un nouveau faciès du Montien en Campine). *Ibid.*, t. XXIV, 1910, Proc.-verb. p. 290-292.] En l'absence de fossiles, l'âge de ces argiles et de ces sables ne peut être déterminé avec certitude. Ils ne représentent peut être qu'un faciès de la partie inférieure du Landénien.

2. Le Tuffeau de Ciplly était primitivement rattaché au Maestrichtien. MM. Rutot et Van den Broeck ont montré qu'il comprenait deux parties paléontologiquement distinctes : 1° une partie inférieure, peu épaisse, incontestablement maestrichtienne, à laquelle ils ont donné le nom de *Tuffeau de Saint-Symphorien*; 2° une partie supérieure, beaucoup plus puissante, à laquelle ils ont réservé le nom de *Tuffeau de Ciplly*.

Haine, la partie supérieure des sables s'agglutine à son tour, pour donner un grès tendre, durcissant à l'air (Grès de Blaton et de Grandglise).

Le Landénien marin du Bassin belge comprend, comme on l'a vu, trois assises paléontologiques :

3. Assise à *Cyprina scutellaria*, *Cardita pectuncularis*, *Crassatella bellovacensis*.
2. — à *Pholadomya Konincki*.
1. — à *Cyprina Morrisi*.

Dans la Hesbaye, l'assise inférieure, à *Cyprina Morrisi*, est formée de sables glauconifères (*Sables d'Orp-le-Grand*), surmontés par une marne blanche, marine, mais renfermant de nombreux Végétaux (*Marne de Gelinden*). Cette marne est ravivée par un sable graveleux, base d'un tuffeau (Tuffeau de Lincent), qui appartient à l'assise à *Pholadomya Konincki*.

Cette assise inférieure correspond à une oscillation toute locale du sol, qui, un moment, a suspendu la marche envahissante de la mer landénienne. Elle forme l'étage *heersien* des géologues belges.

Le *Landénien continental* ou *Landénien supérieur* se présente sous des faciès différents, au centre et à la périphérie du Bassin. Tous les sondages profonds exécutés en Flandre (Ostende, Beernem, Gand, Courtrai, Zele) rencontrent, sous l'Yprésien, des sables, des sables argileux et des argiles à *Cyrena cuneiformis* FÉR., *Faunus curvicostatus* MELLEV., *Potamides funatus* MANT., etc.

Autour de la Flandre : en Hesbaye, dans le Hainaut et le Cambrésis, le Landénien continental est représenté par des sables blancs, avec lits subordonnés d'argiles à lignites et de lignites, qui ravinent le Landénien marin et remplissent souvent de véritables chenaux dans la Craie (voir fig. 29, p. 779). Ils sont caractérisés par des *Lepidosteus* (*L. suessionensis* GERV.), des *Amia* (*A. Barroisi* LER.) et des *Trionyx*, qui mettent hors de doute leur origine fluviatile.

À l'époque du Landénien supérieur, le Bassin belge était donc occupé, à l'Ouest, par des lagunes, auxquelles aboutissaient les fleuves qui arrosaient le Nord de la France et la Moyenne-Belgique.

YPRÉSIEN.

L'Yprésien est entièrement marin. Il est formé par un puissant dépôt d'argile (*Argile des Flandres*), que couronnent des

sables fins, glauconifères; dans lesquels le couple *Nummulites planulatus-elegans* forme parfois de véritables lits.

A la périphérie du Bassin, l'Argile des Flandres prend un caractère plus littoral; elle passe à un sable glauconifère, plus ou moins argileux, renfermant des concrétions gréseuses, qui fournissent *Leda Corneti* et *Nummulites planulatus*.

LUTÉTIEN (BRUXELLIEN).

Le Bruxellien débute par un gravier, qui représente l'ancien cordon littoral de la mer lutétienne. Peu développé lorsque le Bruxellien repose sur des formations tertiaires, meubles, ce gravier devient au contraire très épais lorsque, débordant ou ravinant ces formations, il vient reposer sur les roches primaires, dures.

Le Bruxellien est constitué par des sables blancs, quartzeux, légèrement glauconifères, et dont la stratification est souvent entrecroisée. Ces sables renferment fréquemment des concrétions gréseuses particulières, les « grès fistuleux », formées autour de corps cylindriques, qui sont attribués à des Annélides. Simples, formés autour d'un seul corps cylindrique, ces grès présentent une forme allongée, assez régulière. Composés, formés par un concrétionnement autour de plusieurs corps cylindriques voisins, ils prennent une forme irrégulière et sont connus sous le nom de « pierres de grottes ».

Dans la partie supérieure de ces sables, apparaissent souvent des lentilles de sable calcarifère, dont la stratification horizontale est soulignée par des bancs discontinus de grès calcarifère. Autour de Bruxelles, ce sable calcarifère envahit souvent le sommet de l'étage. Celui-ci admet alors une division très nette en deux assises : 1° une assise inférieure, formée de sables blancs, quartzeux, à stratification entrecroisée, et renfermant des grès fistuleux; 2° une assise supérieure, formée d'un sable calcarifère, renfermant des bancs horizontaux et discontinus de grès calcarifère (fig. 9).

Les fossiles que l'on rencontre le plus fréquemment, dans le Bruxellien, sont : *Ostrea cymbula* LAMK., *Gladius Baylei* DESH., des dents de Squales [*Odontaspis macrota* AGASS., *O. cuspidata* AGASS., prémut. *Hopei* AGASS., *Lamna verticalis* AGASS., *L. Vincenti* (WINKL.) A.-S. WOODW., *Carcharodon auriculatus* DE BLAINV., *Scyllium minutissimum* WINKL., *Carcharias (Physodon) secundus* WINKL., *Galeus recticonus* WINKL.], des rostrés de Xiphidié (*Cylindracanthus rectus* AGASS.). En outre, des plaques

de la carapace de Tortues palustres (*Emys Camperi* GRAY) et des fruits de Palmiers (*Nipadites Burtini* BRONGN.), amenés par les cours d'eau dans la mer bruxellienne, n'y sont pas rares.

Le Bruxellien ne représente que l'assise inférieure, à *Maretia Omaliusi*, du Lutétien du Bassin de Paris. En effet, comme on le verra plus loin, l'assise suivante, à *Nummulites lævigatus*, est remaniée dans le Bassin belge, à la base du Ledien (= Auversien).

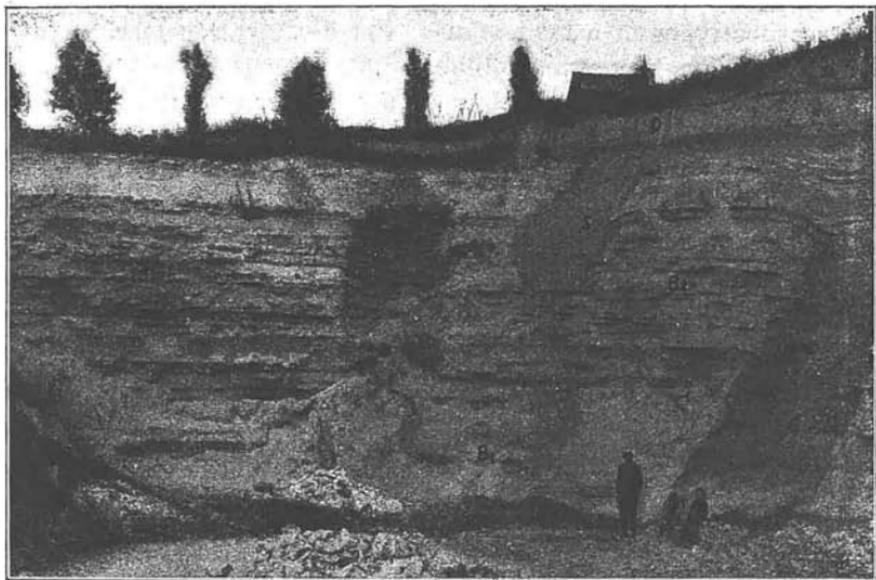


FIG. 9. — SABLIERE D'ETTERBEEK. Bruxellien quartzeux et Bruxellien calcaireux. B₁, Sable blanc, quartzeux, bruxellien, avec grès fistuleux; B₂, Sable calcaireux bruxellien, avec lits horizontaux de grès calcaireux; S, Sable bruxellien, décalcifié; Q, Limon quaternaire.

Le Bruxellien atteint une puissance beaucoup plus grande (30 mètres) que l'assise à *Maretia Omaliusi*, dans la partie la plus septentrionale de l'Île-de-France. Cette réduction de l'assise, dans le Bassin de Paris, est due à la transgression signalée plus haut (p. 705) et qui fait disparaître peu à peu les assises inférieures, en allant du Nord vers le Sud. Il en résulte que les premières assises du Bruxellien doivent être un peu plus anciennes que les premières formations lutésiennes du Bassin de Paris. C'est ce qui explique la présence, dans le Bruxellien, de quelques formes des Sables de Cuise qui, dans le Bassin de Paris, ne se retrouvent plus dans le Lutétien.

Le Bruxellien forme, à l'Est de la Senne, le sol du Brabant. Il y repose sur les sables de l'Yprésien supérieur.

A l'Ouest de la Senne, les sables blancs, bruxelliens, disparaissent et, sur les sables yprésiens, repose un ensemble d'argiles et de sables glauconifères, qui forme l'étage panisélien de Dumont. En quelques points, autour de Bruxelles, on voit cependant le Panisélien venir mourir sous les sables blancs, bruxelliens. C'est cette superposition qui a fait considérer le Panisélien comme un étage distinct, inférieur au Bruxellien.

On a donné de cette localisation du Panisélien et du Bruxellien, respectivement à l'Ouest et à l'Est de la vallée de la Senne, des explications peu vraisemblables¹.

Un ensemble de faits concourent à montrer que Panisélien et Bruxellien ne sont que deux faciès d'un même étage :

1° Aucune différence paléontologique essentielle ne distingue ces formations ;

2° Dans les très rares cas où celles-ci sont superposées (environs de Bruxelles, collines de la Flandre française), elles passent insensiblement de l'une à l'autre, sans qu'il soit possible de tracer entre elles une ligne de démarcation précise ;

3° Les Bassins tertiaires belge, parisien et anglais ont une histoire commune. Un événement important dans l'un d'eux, comme une grande invasion marine, doit avoir une répercus-

1. *Explication de M. Simoens* : Après le Panisélien, formation, sur l'emplacement actuel de la Senne, d'une faille, dont la lèvre occidentale s'affaisse ; puis arasement du Panisélien de la lèvre orientale par la mer bruxellienne, dont les sédiments se déposent sur l'Yprésien. Après le Bruxellien, nouveau mouvement de la faille, mais en sens inverse : la lèvre orientale s'affaisse ; puis arasement du Bruxellien de la lèvre occidentale par la mer laekenienne, dont les sédiments se déposent sur le Panisélien (G. SIMOENS, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XVIII, Proc.-verb., p. 151-159 ; 1904).

Cette explication, déjà paradoxale en elle-même, doit être rejetée : d'abord, parce que les nombreux sondages qui ont été faits autour de Bruxelles ne décèlent pas l'existence d'une faille, sur l'emplacement actuel de la Senne ; ensuite, parce qu'elle donne aux invasions marines une direction W.-E. ou E.-W., alors que cette direction est reconnue être N.-S.

Explication de M. H. de Dorlodot : L'emplacement actuel de la vallée de la Senne jouerait le rôle d'un anticlinal. La partie située à l'Ouest se serait affaissée, permettant ainsi l'invasion de la mer panisélienne ; elle serait restée continentale à l'époque bruxellienne. La partie située à l'Est, continentale à l'époque panisélienne, se serait affaissée à son tour à l'époque bruxellienne (H. DE DORLODOT, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXII, Proc.-verb., p. 424 ; 1909).

Si cette explication correspondait à la réalité des faits, le Panisélien et le Bruxellien devraient présenter, le long de la vallée de la Senne — qui marquerait l'emplacement du rivage des mers panisélienne et bruxellienne —, des caractères côtiers manifestes, et passer à des formations continentales. Or, il n'en est rien ; le Panisélien et le Bruxellien, sur les bords de la vallée de la Senne, ne se distinguent guère du Panisélien et du Bruxellien normaux, et ne sont accompagnés d'aucune formation continentale.

sion dans les autres. Or, le Bassin de Paris et les Bassins anglais de Londres et du Hampshire ne montrent aucune trace d'une invasion marine qui se serait produite entre les invasions yprésienne et lutétienne.

Aux environs d'Aeltre, le Panisélien est surmonté par des sables glauconifères, très riches en fossiles, et dans lesquels *Cardita planicosta* LAMK. et *Turritella Solanderi* MAY.-EYM. sont particulièrement abondantes. Rangées par Dumont dans le Bruxellien, les « couches d'Aeltre » furent rapportées plus tard, par M. Rutot et G. Vincent, au Panisélien.

Les couches d'Aeltre existent à Cassel, où on les voit passer insensiblement, vers le haut, aux sables blancs, bruxelliens.

*
* *

Toutes les formations éocènes, sableuses, supérieures au Bruxellien, constituent le Laekenien de Dumont. La limite inférieure de ce dernier système est partout très nettement indiquée par un gravier de base, formé d'un sable à gros grains de quartz. Ce gravier renferme de nombreux *Nummulites lævigatus* roulés et des blocs, arrondis et couverts de perforations de lithophages, d'un grès calcarifère à *Nummulites lævigatus*.

Le Laekenien de Dumont fut, dans la suite, démembré :

En 1878, M. Rutot et G. Vincent en séparèrent la partie supérieure, qu'ils réunirent à des argiles (Argiles d'Assche) rapportées par Dumont au Tongrien inférieur, pour faire de cet ensemble leur étage wemmélien. Le nouvel étage comprenait, de la base au sommet : 1° des sables calcarifères à *Nummulites variolarius* ; 2° des sables quartzeux à *Nummulites wemmeliensis* (Sables de Wommel) ; 3° des argiles plus ou moins glauconifères (Argiles d'Assche). Le Laekenien était réduit à une mince assise de sable calcarifère, à *Ditrupa* et à *Terebratula Kickxi*, ayant à sa base le gravier à *Nummulites lævigatus* roulés.

Le Wemmélien subit à son tour des amputations. En 1882, M. Rutot en sépara les Argiles d'Assche, qui formèrent l'étage Asschien. En 1887, MM. Mourlon et E. Vincent établirent l'étage ledien, pour les sables calcarifères à *Nummulites variolarius*. Le Wemmélien n'était plus représenté que par les Sables de Wommel, à *Nummulites wemmeliensis*.

On arrive ainsi à la légende adoptée par le Conseil de direction de la Carte géologique de Belgique (voir la colonne de droite du tableau suivant).

*Légende de la Carte
géologique de Belgique*

	WEMMELIEN, Rutot et G. Vincent, 1878.	
LAEKENIEN Dumont, 1851.	}	ASSCHIEN, Rutot, 1882. WEMMELIEN, (<i>sensu stricto</i>). LEDIEN, Mourlon et E. Vincent, 1887. LAEKENIEN (<i>sensu stricto</i>).
	LAEKENIEN (<i>sensu stricto</i>)	

L'étude que je fis, en 1906, de la coupe du Mont-des-Récollets, à Cassel (*Thèse*, p. 302-311), me permit d'y constater l'absence de deux des étages du Bassin belge, le Laekénien (*sensu stricto*) et le Wemmélien (*sensu stricto*).

Placé depuis deux ans dans des conditions favorables pour l'étude de l'Éocène belge, j'ai pu me convaincre de l'impossibilité de distinguer le Laekénien (*sensu stricto*) du Ledien. Partout où la Carte géologique signale le Laekénien, et où les sables ne sont pas décalcifiés, j'ai trouvé, dès la base, *Nummulites variolarius* en grande abondance, accompagné du cortège de fossiles qui lui sont associés dans le Ledien.

D'autre part, il y a passage insensible des Sables de Wemmel aux Argiles d'Assche. Leur faune est presque identiquement la même. Les premiers font souvent défaut et paraissent n'être qu'un faciès de la partie inférieure des secondes¹. Ces formations représentent, dans le Bassin belge, le Bartonien.

Le Laekénien de Dumont comprend donc, en réalité, deux étages : le Ledien et le Bartonien.

Comme on le voit, la coupe du Mont-des-Récollets est complète. C'est une coupe typique, qui résume admirablement la structure de l'Éocène moyen et supérieur du Bassin belge².

LEDIEN (= AUVERSIEN).

Le Ledien est constitué par des sables gris-blanchâtre, calcifères et plus ou moins glauconifères, renfermant des lits dis-

1. M. Velge avait déjà reconnu l'impossibilité de séparer les Sables de wemmel des Argiles d'Assche, et proposé de les réunir en un seul étage, l'étage wemmélien, auquel il donnait ainsi un nouveau sens (VELGE. Observations sur la géologie des environs de Bruxelles. *Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXX, Bull. des séances, p. xvi-xxv ; 1895).

2. L'exploitation de la grande carrière du Mont-des-Récollets ayant cessé, cette coupe est actuellement détériorée et menacée de disparaître. Il serait désirable, qu'à l'exemple de ce qui se fait en Belgique, en Allemagne, en Hollande, en Suisse, on prit, en France, des mesures pour la protection des principales coupes géologiques.

continus de grès calcarifères. Ils présentent généralement l'aspect du sable calcarifère bruxellien, sur lequel ils reposent souvent. Il serait impossible de les en distinguer sans les fossiles et sans la présence, à leur base, d'un gravier toujours très nettement marqué, l'ancien cordon littoral de la mer ledienne. Leur fossile caractéristique est *Nummulites variolarius*, qui abonde. On y rencontre en outre, parmi les fossiles les plus communs, *Echinolampas affinis* GOLDF., des tubes de *Ditrupa*, *Serpula Nysti* GAL., *Terebratula Kickxi* GAL., *Ostrea inflata* DESH. (= *O. gryphina* DESH.), *Chlamys plebeia* LAMK.¹.

Le gravier de base du Ledien est formé de gros grains de quartz et de galets perforés, parfois volumineux, d'un grès calcarifère, à *Nummulites lævigatus-Lamarchi*, *Meretrix lævigata* LAMK., *Cardium porulosum* SOL., etc., qui formait primitivement une assise continue à la partie supérieure du Bruxellien. Ce gravier renferme, indépendamment des espèces précitées du Ledien, de nombreux fossiles arrachés aux formations plus anciennes (*Nummulites lævigatus* LAMK., *Gladius Baylei* DESH., etc.), de nombreux disques pédieux d'*Hipponyx cornucopiæ* LAMK., des valves de *Terebratula Kickxi*, souvent réduites à leur partie postérieure, épaissie, et enfin d'abondantes dents de Squales.

BARTONIEN.

Le Bartonien est constitué par des sables quartzeux et par des argiles, généralement glauconifères.

Les sables, qui ne sont pas constants, occupent la base; ce sont les *Sables de Wemmel*, à *Nummulites Orbigny-wemmelensis*, *Stalagmium Nysti* GAL., *Ostrea cubitus* DESH., *Pecten corneus* Sow., *Corbula pisum* Sow., etc.

Les argiles (*Argiles d'Assche*) forment la partie supérieure, ou constituent à elles seules l'étage entier. Dans le premier cas, il y a passage insensible des Sables de Wemmel aux Argiles d'Assche.

Le Bartonien débute par un gravier formé de gros grains de quartz. Lorsque les Sables de Wemmel manquent, le gravier de base est représenté par un sable grossier, très glauconifère; c'est la « bande noire » de Cassel, qui renferme souvent, en Belgique, *Nummulites wemmelensis*.

1. La seule liste, un peu étendue, que l'on possède des Invertébrés du Ledien est celle dressée en 1889 par G. Vincent, d'après des fossiles provenant de Forest et de Saint-Gilles (*Ann. Soc. roy. malacolog. de Belgique*, t. XXIV, Bull. des séances, p. XLIX-LII).

Relations entre les Bassins parisien et belge pendant l'Éocène. — Reconstitution des lignes de rivages des mers éocènes, dans le Bassin franco-belge.

Les surfaces occupées par les anciennes mers nous sont connues par les sédiments qu'ont abandonnés ces mers. Il suffirait donc de tracer les limites d'une formation marine, si elle était restée intacte, pour avoir celles de la mer qui l'a déposée. Les auteurs des premiers essais de cartes paléogéographiques procédaient bien de cette manière, mais ils prenaient pour lignes de rivages les lignes qui marquent la limite d'extension actuelle des formations marines; négligeant ainsi l'œuvre de l'érosion qui n'avait pu qu'abaisser la limite primitive.

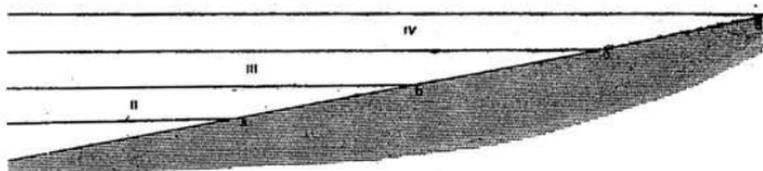


FIG. 10.

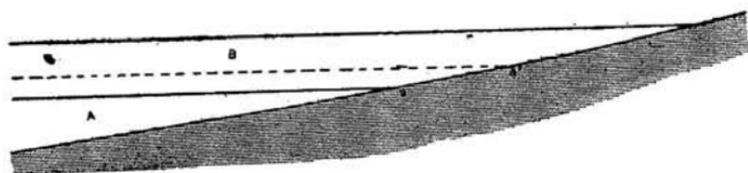


FIG. 11.

Il est souvent difficile, même dans les régions restées tranquilles, de déterminer l'œuvre de l'érosion, et, par suite, de reconstituer les anciennes lignes de rivages. Il est cependant des cas où ces lignes peuvent être tracées avec une certaine approximation et parfois même avec quelque précision :

1° Lorsqu'une formation se présente tout entière, près de sa limite d'extension, avec des caractères littoraux manifestes (sous forme de galets, de poudingues, de graviers, ou avec une faune littorale). On peut alors tracer à une faible distance à l'extérieur de cette limite le rivage de la mer qui a déposé cette formation ;

2° Lorsqu'une formation marine passe latéralement à une formation continentale. La ligne de démarcation des deux formations représente la ligne de rivage ;

3° Lorsqu'une même formation marine comprend plusieurs assises paléontologiques transgressives, I, II, III, IV (fig. 10).

Dans ce cas, les limites des assises *a*, *b*, *c*, *d*, correspondent exactement à celles de la mer, après le dépôt de ces assises ;

4° Lorsqu'une formation marine B repose en transgression sur une autre formation marine A (fig. 11). Dans ce cas, la limite de la formation A a pu être abaissée de *a'* en *a* par l'effet : 1° de l'érosion pendant l'époque continentale comprise entre le dépôt de A et celui de B ; 2° de l'abrasion marine, au moment de l'invasion de la mer qui a déposé B. Mais cet abaissement sera d'autant plus faible et la ligne de rivage *a'* d'autant plus rapprochée de *a* que les formations A et B se succéderont plus rapidement dans l'échelle chronologique des terrains.

C'est en s'appuyant sur ces principes qu'ont été dressées les cartes paléogéographiques du Bassin franco-belge pendant le Landénien, l'Yprésien, le Lutétien, le Ledien et le Bartonien (pl. XXIII-XXVII).

CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU LANDÉNIEN (PL. XXIII).

L'existence, à l'époque landénienne, d'une communication marine, directe, entre le Bassin de Paris et le Bassin belge, est reconnue depuis longtemps. Elle est attestée par les nombreux lambeaux landéniens dont est parsemée la plaine picarde et qui relie les formations landéniennes des deux bassins.

Il est difficile d'indiquer d'une façon précise la limite atteinte par la mer landénienne à l'Est du Bassin belge. A l'Est de Tongres, le Landénien marin a disparu et le Tongrien repose directement sur la Craie. L'érosion qui s'est exercée pendant tout l'Éocène moyen et supérieur a dû faire reculer sensiblement la limite des formations landéniennes, et c'est assez loin vers l'Est que celle-ci doit être reportée.

Cette limite peut être déterminée d'une manière plus précise dans le Bassin de Paris.

Entre Reims et Épernay, on voit les formations marines du Landénien passer latéralement aux formations continentales (Sables de Rilly, Argiles à lignites), et la limite de la mer landénienne peut y être facilement déterminée¹.

Mais, entre Dormans et Luzarches, aucune vallée n'atteint plus de formation inférieure aux Argiles à lignites, de sorte que dans cette région, cette limite ne peut qu'être arbitrairement tracée.

1. M. LERICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 372.

A Luzarches, le Landénien marin n'est plus représenté que par une formation littorale¹, qui consiste en sables blancs quartzeux, chargés de gros galets de silex noir, et parfois agglutinés en poudingue.

Enfin, dans le Vexin français, les Sables de Bracheux viennent mourir entre la Craie et les Argiles à lignites, et leur limite doit correspondre à celle de la mer qui les a déposés.

Comme on l'a vu plus haut, le Landénien marin du Bassin franco-belge comprend trois assises paléontologiques, qui sont en transgression du Nord vers le Sud. J'ai essayé (pl. XXIII) de déterminer les lignes de rivages de la mer landénienne après le dépôt de chacune de ces assises, en utilisant les faits déjà publiés² et les résultats d'observations nouvelles.

Le manque de données pour la partie occidentale de la plaine picarde n'a pas permis de prolonger, dans cette région, la limite de l'assise à *Pholadomya Konincki*.

CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DE L'YPRÉSIEN (PL. XXIV).

J'ai dressé en 1909 une carte des vestiges des sédiments yprésiens entre la Flandre et l'île de France³. Ces vestiges sont :

1° des galets du cordon littoral de la mer yprésienne, restés en place ou remaniés dans le Quaternaire;

2° des grès silicifiés à *Nummulites planulatus-elegans* et à *Alveolina oblonga*, également remaniés dans le Quaternaire;

Depuis 1909, de nouvelles traces de sédiments yprésiens ont été relevées.

M. Gosselet a signalé des galets yprésiens aux environs de Béthune et d'Ourton⁴; j'en ai rencontré en plusieurs points du

1. G. DOLLFUS. Notice explicative de la feuille de Paris (n° 48 de la Carte géologique détaillée de la France, 2^e édition, 1888).

2. M. LERICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 368-374. — M. LERICHE. Observations sur la géologie du Cambrésis. *Ibidem*, t. XXXVIII, 1909, p. 378-381. — M. LERICHE. Observations sur les terrains rencontrés dans les travaux du canal du Nord et en particulier sur les formations de passage du Turonien au Sénonien et sur les terrains tertiaires. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontolog., Hydrol.*, t. XXVII, 1913, Mém., p. 128. — J. CORNET. Sur la disposition transgressive du Landénien marin dans le bassin de la Haine. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLI, Bull. (projet), p. 130-133.

3. M. LERICHE. Les vestiges de la mer yprésienne entre la Flandre et l'île-de-France, *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 421-428, pl. VI.

4. J. GOSSELET. Notice explicative de la feuille d'Arras (n° 7 de la Carte géologique détaillée de la France; 2^e édition, 1910). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, 1910, p. 90.

Cambrésis : aux environs de Caullery, Ligny, Selvigny, Hautcourt ; au bois du Quesnoy, au Sud-Est de Palluel.

En outre, j'ai recueilli : 1° des *Nummulites planulatus* isolés dans le Quaternaire, au Sud de Tournai, à Beuvry, en Pènele, à Beurevoir, dans le Cambrésis ; 2° des grès silicifiés à *N. planulatus-elegans* en de nombreux points des environs de Prémont, à Serain, à Marez, à Becquigny et à Honnechy.

Dans le Bassin belge, la limite de l'extension de l'Yprésien passe à l'Est de Diest : un forage exécuté à Diest a, en effet, atteint les sables à *Nummulites planulatus-elegans* parfaitement caractérisés¹. Elle se dirige ensuite vers Tirlemont, où l'on voit les sables yprésiens se terminer en biseau entre le Landénien et le Bruxellien.

Dans l'Avesnois, aux environs de Solre-le-Chateau et de Trélon, le Bruxellien vient reposer en transgression sur le Landénien continental². Il est probable que ces points sont en dehors de la zone recouverte par la mer yprésienne.

Au Sud de Reims et à l'Ouest d'Épernay, on assiste au passage latéral des Sables de Cuise à des formations estuariennes et fluviales³. La même transformation s'observe plus à l'Ouest, dans la vallée de la Marne, et l'on peut ainsi tracer approximativement la limite de l'extension de la mer yprésienne au Sud de l'Île-de-France.

CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU LUTÉTIEN (PL. XXV).

Les nombreux blocs de grès lutétiens, silicifiés, que l'on trouve remaniés dans le Quaternaire du Nord de la France, ont depuis longtemps mis en évidence l'existence à l'époque lutétienne, d'une communication marine, directe, entre le Bassin de Paris et le Bassin belge. Ces grès proviennent presque exclusivement des assises à *Maretia Omalusi* et à *Nummulites lævigatus*. Les grès de l'assise à *N. lævigatus* (pierre à liards et banc St.-Jacques) sont de beaucoup les plus nombreux, cette assise étant formée, dans le Bassin de Paris, de roches plus cohérentes que celles de l'assise à *Maretia Omalusi*.

1. F. HALET. Les puits de la ville de Diest. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXVII, 1913. Proc.-verb., p. 39, 47, 48.

2. M. LERICHE. L'Éocène des environs de Trélon (Nord). *Ibidem*, t. XXXII, 1903, p. 189.

3. M. LERICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 380-382, fig. 4 dans le texte.

J'ai récemment reconnu à Aisonville (Aisne), parmi des grès lutétiens remaniés dans le Quaternaire, la présence d'un grès très riche en *Orbitolites complanatus*. C'est le premier vestige que l'on connaisse, dans le Nord de la France, d'une assise lutétienne plus récente que l'assise à *Nummulites lævigatus*.

M. Gosselet a publié en 1883 une carte des gisements, alors connus, de grès à *Nummulites lævigatus*¹. J'ai dressé, en 1905, une nouvelle carte² qui a été mise à jour et utilisée pour la confection de la planche XXV : les gisements des environs de Somain (Nord) et de Villers-au-Bois (Pas-de-Calais) ont été étendus ; de nouveaux gisements sont signalés à Burbure, à l'Ouest de Béthune, et aux environs d'Amiens et de Montdidier.

Le Bruxellien et le Panisélien disparaissent au Nord du Brabant et de la Flandre sous des formations plus récentes (Éocène supérieur, Oligocène, Néogène). Des couches avec des *Nummulites lævigatus* en place ont été rencontrées dans le sondage de Woensdrecht³.

Le Bruxellien a été traversé dans un forage à Diest⁴, et c'est là le point extrême, à l'Est du Bassin belge, où il ait été reconnu avec certitude. Il y est chargé de lits graveleux qui indiquent la proximité du rivage de la mer lutétienne.

Aux environs immédiats de Tirlemont, le Bruxellien se termine en biseau sous le Tongrien qui, à l'Est, vient reposer directement sur le Landénien.

Dans la Montagne de Reims, à l'Ouest d'Épernay et dans les vallées de la Brie pouilleuse (Surmelin, Petit Morin), on voit le Calcaire grossier marin se terminer en biseau entre les formations continentales de l'Yprésien et les marnes laguno-lacustres du « Calcaire grossier supérieur ». L'extrémité de ce biseau de Lutétien marin marque la limite de la mer lutétienne. Au Sud du Bassin de Paris, entre le Petit Morin et la Vègre, affluent de droite de l'Eure, la limite n'est tracée qu'approximativement, car dans les vallées traversées, on ne voit plus affleurer aucune formation antérieure aux marnes du Lutétien continental. Cette

1. J. GOSSELET. De l'extension des couches à *Nummulites lævigata* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e sér., t. II, 1873-1874, p. 51-58, pl. III.

2. M. LERICHE. Sur l'extension des Grès à *Nummulites lævigatus* dans le Nord de la France, et sur les relations des Bassins parisien et belge à l'époque lutétienne. *CR. Ass. fr. Av. Sc.*, 34^e session, Cherbourg, 1905, Notes et Mémoires, p. 394-402, pl. VII.

3. F. HALET, VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT et TESCH. Le sondage de Woensdrecht. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol. Hydrol.*, t. XXVII, 1913, Mém. p. 138.

4. F. HALET. Les puits de la ville de Diest. *Ibidem*, t. XXVII. Proc.-verb., p. 38-39, 47.

limite passe au Sud de Soisy-sous-Etiolles, dans la vallée de l'Essonne, et de Perray-Vaucluse, dans la vallée de l'Orge, près de Montlhéry : des sondages pratiqués en ces points ont, en effet, traversé des couches lutéliennes, marines, bien caractérisées¹.

À l'Ouest du Bassin de Paris : dans la région de Neauphle, entre Versailles et Houdan, autour d'Houdan et dans la vallée de l'Eure (Pacy-sur-Eure), le Lutétien marin est réduit à l'assise à *Cerithium giganteum*, qui se présente souvent à l'état de sables calcarifères et glauconifères, parfois graveleux. Il renferme déjà quelques-uns des Cérithes lagunaires qui caractérisent le « Calcaire grossier supérieur ».

On peut donc tracer à une faible distance à l'Ouest des derniers affleurements du Lutétien marin la limite de l'extension de la mer lutélienne. On voit d'ailleurs, au Sud d'Houdan, les couches à *Cerithium giganteum* se terminer en biseau entre la Craie ou les argiles plastiques de l'Éocène inférieur, et les calcaires marneux du Lutétien laguno-lacustre.

Comme on l'a rappelé plus haut, le Lutétien marin du Bassin de Paris se subdivise en quatre assises paléontologiques qui sont en transgression du Nord vers le Sud. J'ai cherché à déterminer, comme pour le Landénien, les lignes de rivages de la mer lutélienne après le dépôt de chacune de ces assises, et j'ai utilisé, pour cette reconstitution, quelques faits déjà connus² et de nombreuses observations restées inédites.

L'assise à *Maretia Omaliusi* ne dépasse guère la vallée de l'Aisne, au Sud. Sa limite d'extension englobe le Laonnais, le Noyonnais et une grande partie du Soissonnais.

L'assise à *Nummulites lævigatus*, y compris « le banc Saint-Jacques », déborde considérablement, surtout vers le S. W., l'assise précédente. À Fismes, à Oulchy-le-Château, à Vanves, au Sud de Paris, à Chaumont-en-Vexin, le Lutétien débute par le banc Saint-Jacques. À Vanves, des *Ditrupa strangulata* sont même déjà associés aux fossiles du banc Saint-Jacques.

À Montmirail, l'assise à *Ditrupa strangulata* repose sur les sables de l'Yprésien continental. Elle paraît occuper presque la base du Calcaire grossier à Meaux. En effet, un sondage exécuté par M. Brégi, à Penchard, au Nord de Meaux, a rencontré entre les profondeurs de 103 m. 20 et 105 m. 20, un calcaire sableux à *Ditrupa strangulata*, qui repose sur un sable à très gros grains,

1. G. DOLLFUS. Recherches sur la limite sud-ouest du Calcaire grossier dans le bassin de Paris. *B.S.G.F.*, (3), t. XXV, p. 605-609, 616-617; 1897.

2. M. LEBRICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 382-385.

sans fossiles, épais de 4 mètres, qui constitue peut-être le gravier de base du Lutétien ou représente déjà l'Yprésien fluviatile (Sables à Unios et Térédines)¹.

C'est aussi par l'assise à *Ditrupa strangulata* que paraît débiter le Lutétien au sondage de Perray-Vaucluse, près de Montlhéry. En effet, aucun exemplaire de *Nummulites lævigatus* n'a été rencontré dans les couches les plus inférieures et *Ditrupa strangulata* (non *Ditrupa planata* Sow.) est signalée à deux mètres de la base de la formation².

La limite de l'assise à *Cerithium giganteum* marque l'extension maximum de la mer lutétienne; elle ne déborde que faiblement, au S. E., celle de l'assise à *Ditrupa strangulata*.

CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU LEDIEN (PL. XXVI).

On ne connaît pour ainsi dire pas de vestiges des sédiments lediens entre les derniers affleurements de la Flandre et du Brabant et les premiers affleurements de l'Ile-de-France : des grès meulériés à *Nummulites variolarius* n'ont été trouvés, remaniés dans le Quaternaire, qu'au Mont des Câts, au Nord-Ouest de Bailleul. L'existence d'une communication marine, directe, entre les Bassins belge et parisien, ne paraît cependant pas douteuse : elle est indiquée par l'identité des faunes du Lédien et des sables de Beauchamp, et par le fait que ces formations ne présentent pas de caractères littoraux dans leurs affleurements extrêmes vers la Plaine picarde.

Le Lédien s'enfonce au Nord de la Belgique sous des formations plus récentes (Bartonien, Oligocène, Néogène). Des sondages l'ont atteint à Woensdrecht³ et à Westerloo⁴. Sa limite orientale passe entre Westerloo et Diest, car il n'a pas été rencontré dans le forage de Diest.

A l'Est de Louvain, le Lédien se termine en biseau entre le

1. Ce sable surmonte un complexe formé de sables et d'argiles ligniteuses et marneuses, et qui représente sans doute l'Yprésien continental. Toutes les données relatives au sondage de Penchard sont établies d'après les échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Brégi. L'orifice du sondage est à la cote 113, 25.

2. G. DOLLFUS. Recherches sur la limite sud-ouest du Calcaire grossier dans le bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, p. 606-607.

3. F. HALET. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT et TESCH. Le sondage de Woensdrecht. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXVII, 1913. Mém., p. 137-138.

4. F. HALET. Coupes géologiques et résultats hydrologiques de quelques puits nouveaux creusés dans la Moyenne et la Basse-Belgique. *Ibidem*, t. XXVI, 1912, Mém., p. 105-106.

Bruxellien et le Tongrien. Sa limite a dû être abaissée par l'érosion pendant le Bartonien, et c'est à l'Est de sa limite actuelle que doit être tracée, dans le Bassin belge, la limite de la mer ledienne.

À l'Est du Bassin de Paris, dans le Tardenois et dans la Brie pouilleuse, les Sables de Beauchamp se terminent en biseau entre les marnes du Lutétien continental et les marnes de Saint-Ouen. Leur limite y marque exactement celle de la mer qui les a déposés.

Il en est de même dans la vallée du Petit-Morin, à l'Est de Montmirail, et dans celle du Grand-Morin, en amont de la Ferté-Gaucher. En ces points, les Sables de Beauchamp passent latéralement à des marnes et à des calcaires laguno-lacustres¹.

Enfin, à l'Ouest du Bassin de Paris — à l'Ouest de Versailles, au Sud et à l'Ouest de Mantes, à l'Ouest de Vernon — les Sables de Beauchamp viennent mourir, comme à l'Est du Bassin de Paris, entre le « Calcaire grossier supérieur » et les Marnes de Saint-Ouen.

CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU BARTONIEN (PL. XXVII).

Aucun vestige de sédiment bartonien n'a été rencontré jusqu'ici entre les derniers affleurements bartoniens du Bassin belge et les premiers affleurements bartoniens du Bassin de Paris. D'autre part, la faune du Bartonien du Bassin de Paris est encore trop peu connue pour que l'on puisse se baser sur des caractères paléontologiques pour conclure à l'existence d'une communication marine, directe, entre les deux bassins. Si l'hypothèse d'une pareille communication, à l'époque bartonienne, s'impose moins que pour l'époque ledienne, elle apparaît cependant encore comme vraisemblable et même probable. Le fait que les Argiles d'Assche sont encore très épaisses à Cassel, à une faible distance de l'« Axe de l'Artois », et, d'autre part, la transgression des Marnes à *Pholadomya ludensis*, à la périphérie du Bassin de Paris, plaident en faveur de l'existence de cette communication.

Au Nord de la Belgique, les Sables de Wommel et les Argiles d'Assche disparaissent sous les formations oligocènes et néogènes. Ils ont été traversés par le sondage de Woensdrecht². Entre Louvain et Aerschot, ils semblent se terminer en biseau

1. G. DOLFFUS et L. JANET. Notice explicative de la feuille de Meaux (n° 49 de la Carte géologique détaillée de la France, 2^e édition, 1898).

2. F. HALET, VAN WATERSHOOT VAN DER GRACHT et TESCH. Le sondage de Woensdrecht. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXVII, 1913, Mém., p. 137.

entre le Bruxellien et l'Oligocène. Ils n'ont pas été rencontrés dans le forage de Diest, et leur limite, à l'Est du Bassin belge, paraît correspondre à peu près à celle du Ludien.

Dans le Bassin de Paris, le Bartonien, pris au sens large, comprend, comme on le sait, deux formations marines, les Sables de Marines et de Cresne et les Marnes à *Pholadomya ludensis*, séparées par une formation lacustre, les Calcaires marneux de Noisy-le-Sec et du Bois-du-Mulot.

L'invasion marine correspondant au dépôt des Sables de Marines et de Cresne n'intéresse guère que le Vexin français et le cœur de l'Île-de-France. L'invasion correspondant aux Marnes à *Pholadomya ludensis* fut beaucoup plus étendue¹, et ce sont ses limites que l'on a essayé de déterminer dans la planche XXVII.

Ces marnes affleurent dans les vallées de la Brie, et leur présence est signalée tout le long de la cuesta de l'Île-de-France, depuis Cernay et la Montagne de Reims jusqu'à Montereau.

Au Sud-Ouest de l'Île-de-France, on voit la formation du Gypse se terminer en biseau entre d'autres formations : dans la vallée de l'Orge, en amont d'Arpajon, entre l'arkose de Breuillet et l'argile verte, tongrienne ; dans la vallée de la Vègre, en amont d'Houdan, entre le « Calcaire grossier supérieur » et la même argile verte, tongrienne².

Aucun fait ne permet de déterminer avec précision la limite atteinte, vers le Sud-Est, par la mer qui a déposé les Marnes à *Pholadomya ludensis*. Mais, étant donnés la faible épaisseur de ces marnes et leur caractère parfois lagunaire, le long de la Cuesta de l'Île de France cette limite ne peut être reportée beaucoup au delà de leur limite d'extension actuelle.

1. Voir J. BOUSSAC. La transgression du Ludien dans le Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), t. VIII, 1908, p. 85-86.

2. Carte géologique détaillée de la France [feuilles 65 (Melun) et 64 (Chartres), 2^e édition par G. DOLLFUS].

LES TERRAINS NÉOGÈNES DES ENVIRONS D'ANVERS

PAR **M. Leriche.**

Les terrains néogènes, constitués par des sables originairement glauconifères, forment au Nord-Est de la Belgique, entre le Bas-Escaut et la Meuse, le sol d'une vaste région stérile, la Campine. Relativement élevé sur les bords de la Meuse, le sol de la Campine s'abaisse graduellement vers l'Ouest, pour arriver au niveau de l'Escaut, à Anvers. Comme conséquence de cette allure, les sables néogènes des environs d'Anvers se trouvent noyés dans les nappes aquifères, qui les soustraient à l'action oxydante et décalcifiante des eaux d'infiltration; ils sont restés glauconifères et ont conservé leurs fossiles. Par contre, les sables néogènes de la Campine limbourgeoise et de la partie orientale de la Campine anversoise, étant en grande partie au-dessus des nappes, ont été soumis à cette action; ils sont devenus limoniteux et ont, en général, perdu leurs fossiles; ils revêtent l'aspect des sables et grès ferrugineux de Diest.

Les terrains néogènes des environs d'Anvers comprennent les assises suivantes :

5. Sables à <i>Chrysodomus contrarius</i>	SCALDISIEN.
4. — à <i>Isocardia cor</i>	} DIESTIEN.
3. — à <i>Terebratula perforata</i>	
2. — à <i>Axinæa (Pectunculus) pilosa</i>	
1. — d'Edeghem.....	} ANVERSIEN.

Au point de vue faunique, ces assises se répartissent en trois groupes, qui forment respectivement les étages anversien, diestien et scaldisien.

ANVERSIEN. — L'Anversien est formé de sables très glauconifères, vert foncé et légèrement argileux à la partie inférieure, noirâtres à la partie supérieure. Il repose, aux environs d'Anvers, sur le Rupélien supérieur, représenté par l'Argile de Boom¹. Il

1. La lacune qui, aux environs d'Anvers, sépare le Rupélien supérieur de l'Anversien — lacune qui comprend l'Oligocène supérieur (= Chattien), le Miocène inférieur et moyen —, est en partie comblée, à l'Est, par le Chattien, représenté, aux environs de Liège, par les Sables de Boncelles.

débute par un gravier de base formé de petits galets, en silex noir, et de septaria arrachés à l'Argile de Boom et perforés par des animaux lithophages.

Les sables anversiens sont très fossilifères. Leur faune diffère sensiblement de celle des formations qui leur succèdent, en ce sens qu'elle présente encore, par certains de ses éléments [*Axinæa pilosa* LINNÉ, *Marcia* (= *Venus*) *multilamella* LAMK., *Squalodon*, etc.], des affinités miocènes très nettes. Elle conduit à placer l'Anversien exactement au niveau du Sahélien (= Redonien).

Axinæa (*Pectunculus*) *pilosa* est souvent très abondante à la partie supérieure, noirâtre, des sables anversiens, où elle forme parfois de véritables bancs. Sous le nom de Sables noirs à *Pectunculus pilosus*, cette partie de l'Anversien est alors distinguée de la partie inférieure, qui forme les Sables dits d'Edeghem.

DIESTIEN. — Le Diestien est représenté par des sables gris, glauconifères, à *Terebratula perforata* DEFR. On lui rattache des sables gris ou noirs, à *Isocardia cor* LINNÉ, qui, d'abord compris dans l'étage suivant (Scaldisien), furent ensuite considérés comme formant un étage distinct (Casterlien), pour être enfin rattachés au Diestien.

Les Sables à *Terebratula perforata* et les Sables à *Isocardia cor* sont rarement visibles autour d'Anvers; leur faune est, par suite, peu connue.

Un fait géographique important caractérise l'époque de l'assise à *Terebratula perforata*. La mer néogène, limitée jusque là à la Campine, s'avance loin vers le Sud, et recouvre la plus grande partie de la Belgique et le Nord de la France d'un manteau de sédiments, dont les sables ferrugineux qui couvrent les collines du Brabant et de la Flandre, sont les derniers vestiges. A l'époque de l'assise à *Isocardia cor*, la mer est déjà rentrée dans ses anciennes limites.

SCALDISIEN. — L'étage scaldisien est constitué par des sables glauconifères, légèrement argileux, très coquilliers, caractérisés en particulier par la présence de *Chrysodomus contrarius* LINNÉ et de *Voluta Lamberti* Sow. La base de l'étage est occupée par un banc noir, formé de coquilles brisées. Les travaux en cours d'exécution dans le port d'Anvers (creusement des darses 2 et 3) ont révélé l'existence, sous ce banc coquillier, noir, d'un niveau de sable gris blanchâtre, très fossilifère, qui fournit, dans un admirable état de

conservation, toute la faune du Scaldisien. Celle-ci est de toutes les faunes du Néogène de la Belgique de beaucoup la mieux connue.

G. Vincent avait cru devoir distraire du Scaldisien, pour en faire l'étage [poederlien, les sables supérieurs, caractérisés par la fréquence de *Corbula gibba* OLIVI (= *C. striata* WALKER) et de *Corbulomya complanata* Sow. Les travaux en cours d'exécution dans le port d'Anvers ont montré l'inexistence du gravier séparatif, avec restes de Mammifères, que G. Vincent avait signalé ailleurs (bassin America), entre le Scaldisien et le Poederlien ; ils ont montré, en outre, l'absence de toute différence faunique appréciable entre ces deux niveaux.

Les terrains néogènes des environs d'Anvers, comme tous les terrains tertiaires de la Moyenne et de la Basse-Belgique, plongent vers le Nord. Par suite de ce plongement, l'Anversien, qui affleure au Sud d'Anvers, disparaît au centre de la ville, sous le Diestien. Celui-ci s'enfonce, au Nord d'Anvers, sous le Scaldisien.

Les travaux qui restent à exécuter pour l'agrandissement du port d'Anvers gagneront de plus en plus vers le Nord ; ils resteront donc dans des formations de plus en plus récentes.

Séance du jeudi 29 août 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LERICHE, PRÉSIDENT, PUIS DE M. DEPÉRET,
VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 18 h. 30, dans la salle des Actes du Lycée de Laon.

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

M. Leriche rend compte des excursions des 28 et 29 août.

Les courses des deux premières journées ont eu pour but de faire connaître la composition de l'Éocène inférieur et moyen, dans l'une des régions de l'Ile-de-France (Laonnais, Noyonnais, Soissonnais), où il présente tous ses termes, avec leurs caractères typiques.

M. Leriche. — *Excursion du mercredi 28 août, à la Fère, Servais, Sinceny, Saint-Gobain, Septvaux et Prémontré.*

De bon matin, la Société quitte Laon pour La Fère. La voie ferrée suit la limite de l'Ile-de-France et de la Plaine picarde.

A La Fère, les voitures, qui nous attendent, nous conduisent à Charmes, près d'une petite carrière située entre la rue de Crécy et la voie ferrée de Tergnier à Laon. Cette carrière montre, reposant sur la craie sénonienne exploitée, la formation tertiaire la plus ancienne du Nord-Est de l'Ile-de-France, le Tuffeau de La Fère.

La craie est très pure, pauvre en silex ; elle renferme *Actinocamax quadratus* DE BLAINV., *Echinocorys vulgaris* BREYN.

Le Tuffeau de La Fère, visible sur 1 m. 50 d'épaisseur, dérive de l'agglutination d'un sable fin, glauconifère, qui est parfois conservé, sous forme de lentilles, dans la masse du tuffeau. Il appartient à la seconde assise du Landénien marin (ass. à *Pholadomya Konincki*). Lorsque l'exploitation de la carrière était en pleine activité, on recueillait fréquemment, dans le Tuffeau, des moules de terriers de *Martesia Heberti* DESH., et, toujours à l'état de moule interne, la Cyprine qui paraît être caractéristique de l'assise à *Pholadomya Konincki*. Une empreinte de feuille, probablement d'une Myricacée, a été trouvée au cours de la visite de la Société ¹.

1. Le Tuffeau de Charmes a aussi fourni des restes fragmentaires de Crocodile et de Tortue (*Euclastes*). Le type d'*Arctocyon primævus* de Blainville provient d'un point voisin de la carrière visitée.

On prend la route de Sinceny, qui suit la rive gauche de la vallée de l'Oise. Du sommet du plateau d'Andelain, on domine la vallée ; à gauche, se dresse le massif de Saint-Gobain ; à droite, s'élèvent les collines de la Beine et la Montagne de Noyon.

A Servais, la carrière ouverte près de la pannerie montre la superposition des Argiles à lignites aux Sables de Bracheux. Une formation quaternaire, très spéciale, retient l'attention de la Société. Elle consiste en une série de petits lits alternatifs et irréguliers d'argiles noires et jaunes et de sables jaunes, renfermant des galets de silex et des plaquettes siliceuses qui proviennent du sommet de la Haute-Forêt de Saint-Gobain.

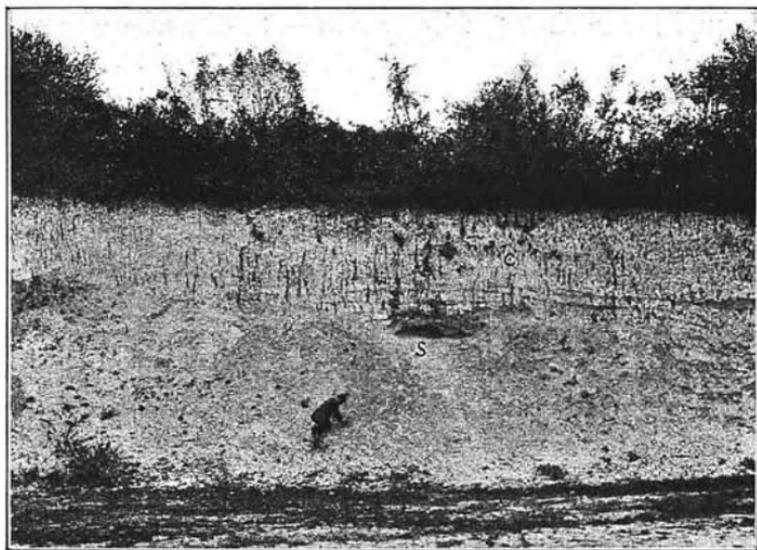


FIG. 12. — ESCARPMENT DES BORDS DE L'OISE, A SINCENY (Aisne).
S, Sables de Bracheux ; C, Calcaire marneux de Sinceny.

La route s'élève ensuite sur les Argiles à lignites, puis sur les Sables de Cuise. Ces derniers sont bien visibles dans une excavation, au bord de la route, au point où celle-ci va franchir le col qui sépare les deux buttes de Rouy. Ils sont représentés par un sable fin, glauconifère, avec concrétions (têtes-de-chat et poupées), et renferment en abondance *Nummulites planulatus-elegans*. A la partie supérieure, les *Nummulites* forment, presque à elles seules, un banc calcaire — se divisant en plaquettes, et épais de 60 centimètres —, que surmonte, sur une faible épaisseur, un calcaire gréseux, à *Nummulites planulatus*. Nous sommes à l'un des rares points du Bassin de Paris où l'assise des Sables de Cuise comporte des bancs calcaires.

Jusqu'à Sinceny, la route se maintient sur les Sables de Cuise, qui apparaissent, décalcifiés et chargés de « têtes-de-chat », dans d'anciennes sablières, situées le long de la route.

A Sinceny, on met pied à terre pour atteindre les bords de l'Oise. L'escarpement qui borde la vallée de l'Oise, et dont la coupe n'était plus connue, depuis longtemps, que par celle du chemin encaissé par lequel on est descendu, est aujourd'hui profondément entaillé, de chaque côté de ce dernier, le long du chemin de fer départemental de Chauny à Blérancourt. Sa base est formée par des sables blanc verdâtre, légèrement glauconifères, appartenant à la partie supérieure de l'horizon de Bracheux. Ces sables supportent directement les « Marnes de Sinceny », qui forment corniche (fig. 12). Cette dernière assise est en réalité formée par des calcaires marneux, parfois très durs, dans lesquels les recherches de fossiles, sont jusqu'ici, restées infructueuses. Ils renferment, à la base, quelques intercalations sableuses, et donnent naissance, par décalcification le long des fissures, à une argile blanc verdâtre.

Dans la carrière située à l'Ouest du chemin, les « Marnes de Sinceny » sont surmontées par un ensemble de sables argileux et d'argiles plastiques et ligniteuses à *Ostrea bellovacensis* LAMK., ensemble qui représente les Argiles à lignites.

C'est sur cet ensemble que reposent les Sables de Sinceny, assise formée de sables blanchâtres, chargés de galets noirs et de lits de coquilles¹. L'aspect du dépôt est identique à celui qu'offrent les dépôts des plages actuelles, où les flots, en se retirant, abandonnent des amas de coquilles.

Parmi les fossiles des Sables de Sinceny², les uns, autochtones, vivaient dans les lagunes landéniennes au moment de leur invasion par la mer yprésienne ; ce sont, parmi les plus communs :

Cyrena cuneiformis FÉR.

— *tellinella* FÉR.

Viviparus suessoniensis DESH.

Potamides funatus MANT.

Batillaria turbinoides DESH.

Auricula Dutemplei DESH.

Les autres, allochtones, font partie de la faune propre à cette mer et déterminent l'âge du dépôt ; ce sont des espèces des Sables de Cuise.

1. Cette assise ne s'observe plus guère que dans un enclos, dont l'accès nous fut aimablement accordé par le propriétaire, M. Dufrène.

2. M. G. Dollfus a donné en 1878 (voir *Bibliographie*, p. 683) une liste critique des fossiles des Sables de Sinceny, liste qu'il a partiellement révisée en 1903 [G.-F. DOLLFUS, in T. COOREMAN et G. DOLLFUS (voir *Bibliographie*), p. 229].

Arca (Barbatia) obliquaria DESH. *Maetra Levesquei* D'ORB.
 — (*Barbatia*) *modioliformis* *Barnea Levesquei* WAT.
 DESH. *Pseudolina obtusa* DESH. etc.

auxquelles s'ajoutent quelques formes spéciales au niveau des Sables de Sinceny :

Axinæa paucidentata DESH. *Cyrena sincenyensis* DESH.
Diplodonta sincenyensis DESH. — *Heberti* DESH.

Les Sables de Sinceny sont surmontés, au point où nous les observons, par une faible couche d'argile à *Ostrea bellovacensis*. C'est ce seul fait stratigraphique qui fit ranger, jusque dans ces dernières années, les Sables de Sinceny dans les « Lignites du Soissonnais ».

Les voitures nous mènent au Rond d'Orléans, dans la Basse-Forêt de Coucy. La route ne s'écarte guère de la limite des Argiles à lignites et des Sables de Cuise.

Après le déjeuner au Rond d'Orléans, on prend, en voitures, la direction de Saint-Gobain.

On quitte les voitures après avoir dépassé Barisis, près des étangs du Ponceau Robert. En ce point, le sol est formé par les Argiles à lignites.

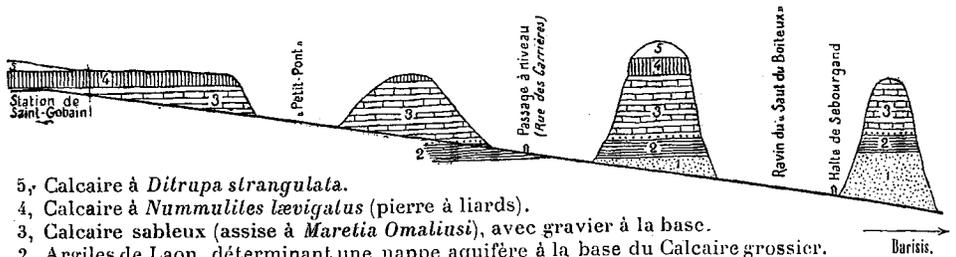
On gagne les tranchées de la voie ferrée de Chauny à Saint-Gobain. Les premières tranchées sont creusées dans les Sables de Cuise, très fossilifères. Plusieurs niveaux, presque entièrement recouverts aujourd'hui par des éboulis et par la végétation, sont particulièrement riches en fossiles. L'un d'eux a fourni à M. Lhomme 300 espèces de Mollusques¹. Les sables des tranchées sont employés pour l'entretien de la voie, de sorte que l'on peut encore recueillir, le long de celle-ci, les éléments les plus communs de la faune des Sables de Cuise.

1. LHOME, in *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 34^e année, p. 103-106 (n^o 401, mars 1904); 35^e année, p. 53-57 (n^o 412, février 1905).

M. Lhomme a encore recueilli, dans ce gisement, de nombreux restes de Poissons, qu'il m'a communiqués pour en faire la détermination. Ces restes appartiennent aux espèces suivantes :

<i>Squatina crassa</i> DAIMERIES.	<i>Lamna verticalis</i> L. AGASSIZ.
<i>Pristis lathami</i> GALEOTTI.	<i>Lamna Vinceni</i> (Winkler) A.-S.
<i>Rhinoptera Daviesi</i> A.-S. WOODWARD.	WOODWARD.
<i>Myliobatis</i> (fragments de dents médianes et d'épines).	<i>Physodon tertius</i> WINKLER.
<i>Aetobatis irregularis</i> L. AGASSIZ.	<i>Pycnodus</i> sp.
<i>Scyllium minutissimum</i> WINKLER.	<i>Albula Oweni</i> (L. AGASSIZ) OWEN.
<i>Odontaspis Winkleri</i> LERICHE.	<i>Cybius</i> sp.
— <i>cuspidata</i> L. AGASSIZ, prémut. <i>Hopei</i> L. AGASSIZ.	<i>Cylindracanthus rectus</i> L. AGASSIZ.
<i>Odontaspis macrota</i> L. AGASSIZ.	<i>Cylindracanthus</i> sp.
	<i>Percidarum</i> sp.
	<i>Ancistrodon armatus</i> GERVAIS.

La voie ferrée pénètre bientôt dans la Haute-Forêt : les tranchées deviennent plus profondes et sont couronnées par le Calcaire grossier (fig. 13). Dans la première grande tranchée (tranchée Sébourgand), les Argiles de Laon, épaisses de plusieurs mètres, sont bien visibles. Elles reposent sur les Sables de Cuise et supportent l'assise inférieure du Calcaire grossier (assise à *Maretia Omaliusi*). Celle-ci est mieux exposée dans la tranchée suivante ; elle est formée par un calcaire sableux et friable, caractérisé par *Gladius Baylei* et par la variété très grande, très mince et onduleuse de *Nummulites lævigatus*.



- 5, Calcaire à *Ditrupea strangulata*.
- 4, Calcaire à *Nummulites lævigatus* (pierre à liards).
- 3, Calcaire sableux (assise à *Maretia Omaliusi*), avec gravier à la base.
- 2, Argiles de Laon, déterminant une nappe aquifère à la base du Calcaire grossier.
- 1, Sables de Cuise (sables fins, glauconifères, à *Nummulites planulatus-elegans*, etc.).

Le gros trait noir indique le niveau de la voie ferrée.

FIG. 13. — COUPE DES TRANCHÉES DU CHEMIN DE FER DE CHAUNY A SAINT-GOBAIN, entre Barisis et Saint-Gobain.

L'Oursin, qui a donné son nom à l'assise, *Maretia Omaliusi*, est ici rare ; il devient commun à ce niveau au Sud de l'Ailette.

C'est au point où nous nous trouvons, dans la partie la plus septentrionale de l'Île-de-France, que l'assise à *Maretia Omaliusi* atteint sa plus grande épaisseur (8 à 10 mètres).

Dans cette même tranchée, l'assise à *Nummulites lævigatus* succède à l'assise à *Maretia Omaliusi*. Constituée par la « pierre à liards » et par le « banc Saint-Jacques », elle forme une couche, puissante de 2 mètres, qui fait saillie au sommet de la tranchée. Elle supporte à son tour la base de l'assise à *Ditrupea strangulata*.

Descendus des tranchées, nous continuons à suivre la voie ferrée, qui s'élève. Elle traverse bientôt les Argiles de Laon, puis l'assise à *Maretia Omaliusi*, qui forme, de chaque côté, de petites tranchées couronnées par la « pierre à liards ». Elle arrive enfin au niveau de celle-ci, à la station de Saint-Gobain, où un talus montre l'assise à *Ditrupea strangulata* reposant sur l'assise à *Nummulites lævigatus*.

On revient sur ses pas, jusqu'à la halte de Sébourgand, où un chemin sous bois, s'élevant sur le flanc gauche du ravin du

« Saut du Boiteux », conduit rapidement à d'immenses carrières souterraines (carrières Sébourgand), entièrement ouvertes dans

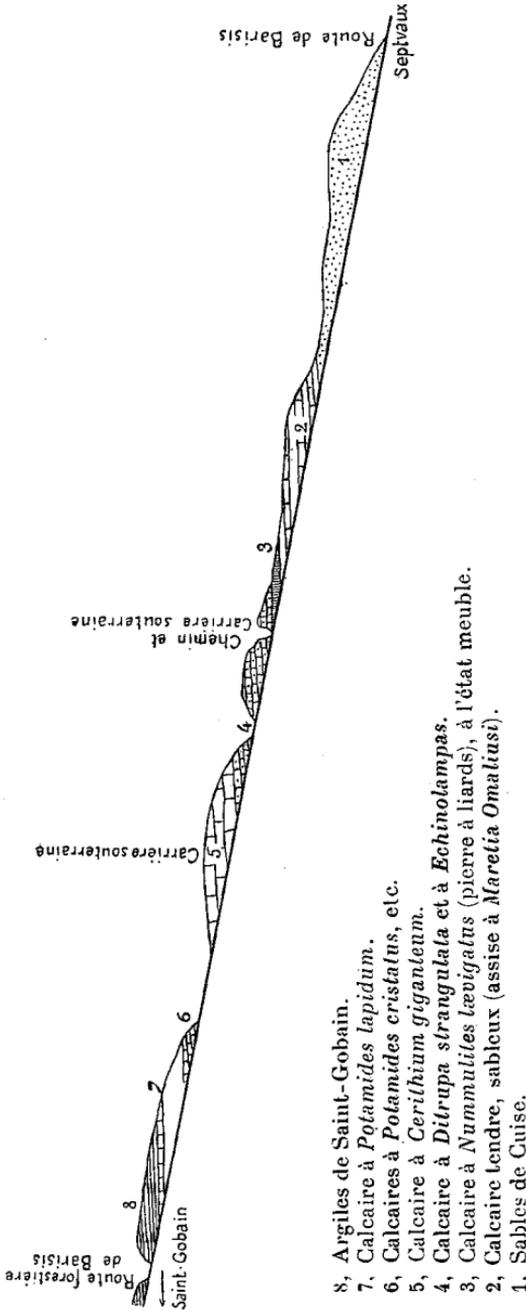


Fig. 14. — Coupe des talus de la route entre Saint-Gobain et Septvaux.

l'assise à *Cerithium giganteum* (fig. 7, p. 703). On remonte la ravine, qui franchit l'affleurement du Calcaire grossier dans un minuscule cañon. On s'élève ainsi sur le plateau, dont le sol

est formé par les Argiles de Saint-Gobain (= Calcaire grossier supérieur). Sur celles-ci s'étalent quelques lambeaux de Sables de Beauchamp. Ce sont des sables blancs, quartzeux, sans fossiles, souvent chargés de galets en silex ou en quartz blanc. La cimentation les a transformés, çà et là, en grès blancs et en poudingues à pâte blanche. Dégagés par les eaux de ruissellement, ces grès et ces poudingues se présentent fréquemment, à la surface du plateau, en blocs isolés, parfois très volumineux.

Sur cette surface, des plaquettes siliceuses recouvrent les Argiles de Saint-Gobain et parfois les Sables de Beauchamp¹; on les y trouve parfois engagés dans un limon toujours peu épais et de nature variable.

Les Argiles de Saint-Gobain, qui se manifestent partout, autour de Saint-Gobain — par des étangs, par des laies que les pluies rendent impraticables —, ne se voient bien nulle part, en dehors des quelques points où elles ont été entamées par les travaux de terrassement exécutés pour l'établissement du tramway de Tergnier à Anizy-Pinon. On les observe à l'aubette de la Chesnoye et sur la route de Septvaux, près du point où celle-ci est croisée par la route forestière de Barisis. A partir de ce dernier point, les talus de la route, fraîchement coupés par les travaux de la voie ferrée, donnent, jusqu'à Septvaux, une coupe à peu près continue, s'étendant des Argiles de Saint-Gobain aux Sables de Cuise (fig. 14). Dans cette coupe, on voit les Argiles de Saint-Gobain reposer sur un calcaire à *Potamides lapidum*. Comme plus loin, à Septvaux, le Calcaire grossier semble avoir raviné complètement les argiles de l'Yprésien supérieur et reposer directement sur les Sables de Cuise. La limite des deux étages est difficile à tracer, à cause du concrétionnement (formation de « têtes-de-chat ») qui se produit au point où elle doit passer.

La route débouche bientôt dans le charmant vallon de Septvaux, que domine, perchée sur l'un de ses flancs, une église romane des XI^e et XII^e siècles.

La Société quitte Septvaux par un tramway spécial, mis à sa disposition entre Septvaux et Anizy.

Le tramway s'élève bientôt sur le massif de Calcaire grossier, en longeant la Vallée des Barges. A la Croix-Pitha, on remarque, dans les tranchées, un nouvel affleurement d'Argile de Saint-Gobain.

1. Du fait que les plaquettes siliceuses recouvrent parfois les sables de Beauchamp, on ne peut conclure à leur postériorité par rapport à ces sables. En effet, ces derniers ont souvent glissé à la surface des argiles de Saint-Gobain, et se trouvent alors à une cote inférieure à celle qu'atteignent les argiles,

Le tramway descend ensuite rapidement vers le vallon de Prémontré, dont les flancs sont recouverts par d'énormes éboulis de Calcaire grossier. Les carrières exploitées pour les besoins de l'asile départemental — l'ancienne Abbaye de Prémontré — sont ouvertes dans ces éboulis. L'une d'elles montre les assises à *Martia Omaliusi* et à *Nummulites lævigatus* superposées et plus ou moins dolomitisées.

Dans une seconde carrière, la « pierre à liards » dolomitisée et très dure, est descendue sur les Sables de Cuise. Elle est surmontée par un sable jaune, dolomitique, que l'on voit passer latéralement à un sable calcaire et plus clair, à *Ditrupa strangulata*, dans lequel on observe des concrétions rappelant les « têtes-de-chat ».

Tous les faits observés dans le Calcaire grossier dolomitisé des carrières de Prémontré, comme dans celui de tout le Bassin de Paris, semblent montrer que la formation des calcaires magnésiens — desquels dérivent, par décalcification, les masses dolomitiques — est contemporaine du dépôt de ce terrain.

Le tramway, que l'on a repris, continue de descendre le vallon de Prémontré, dont le fond atteint bientôt les Argiles à lignites et se trouve alors livré à la culture maraîchère. Il le longe jusqu'en aval de Brancourt, puis atteint Anizy-le-Château, d'où le train nous ramène à Laon.

M. Ch. Depéret pense que le calcaire marneux de Sinceny ne fait pas partie de la formation des argiles à lignite, mais forme une lentille intercalée à la partie supérieure des Sables de Bracheux ; à droite de l'escarpement principal, on voit nettement ce calcaire se terminer en biseau dans les sables landéniens. On doit le considérer comme tout à fait équivalent du calcaire de Rilly.

M. Leriche fait remarquer que la lentille de Calcaire marneux de Sinceny n'est pas à proprement parler intercalée dans les Sables de Bracheux, car elle supporte directement les Argiles à lignites. La partie inférieure du Calcaire marneux renferme quelques intercalations sableuses et peut, en effet, représenter un faciès de la partie tout à fait supérieure des Sables de Bracheux.

Les géologues qui se sont occupés du Calcaire marneux de Sinceny l'assimilent généralement au Calcaire de Rilly, partageant en cela l'opinion d'Hébert.

M. G.-F. Dollfus estime que les intercalations sableuses du Thanétien montent jusqu'au sommet du calcaire marneux de Sinceny. Le calcaire de Mortemer est encore à placer sur le même horizon.

M. Gh. Depéret attire l'attention sur la formation de limons argileux avec plaquettes siliceuses intercalées, que la Société a pu observer sur le plateau éocène à Saint-Gobain. L'origine de ce dépôt peut s'expliquer soit par le démantèlement sur place d'une assise tertiaire éocène ou oligocène, soit par l'hypothèse d'un dépôt d'*alluvions de plateau*, d'âge pliocène, dans lequel l'altération aurait fait disparaître les éléments autres que les plaquettes siliceuses en question.

M. Jodot rappelle qu'il existe dans le bassin de Paris des alluvions situées à une altitude très élevée (alluvions de Belle-Étoile et de la forêt de Sénart) constituées par des cailloutis dont les éléments variés et très bien conservés, peuvent être considérés, dans une certaine mesure, comme les représentants de formations assez anciennes (au moins pliocènes). Si les alluvions de Saint-Gobain représentent ce niveau ou bien des alluvions analogues, il est peu probable que l'altération ait fait disparaître les éléments autres que les plaquettes siliceuses. Au contraire, dans la région de Laon, les plaquettes siliceuses, reposant sur les différents termes des terrains éocènes, ne sont associées à aucune autre roche étrangère à la région; ceci semblerait prouver qu'on se trouve, ici, en présence du démantèlement d'une assise siliceuse dont l'âge reste à préciser.

M. G. Ramond signale que, poursuivant les observations qu'il a commencées depuis quelque temps déjà¹ sur les travaux du chemin de fer P.-L.-M., entre Brunoy et Melun, notamment à Combs-la-Ville, Savigny-le-Temple, Cesson et le Mée, il a retrouvé sur d'assez grandes longueurs, les galets roulés et graviers signalés par M. G.-F. Dollfus sur le sol de la forêt de Sénart². Ces galets forment souvent un cordon incurvé vers la partie supérieure de poches de dissolution dans les calcaires de Brie. Le fond de ces poches descend parfois au-dessous du niveau des voies, dans des tranchées assez profondes; la partie visible présente des sables stampiens, fins, très purs, emballant le cordon de galets dont il est question, lequel représente, sans doute, un équivalent des galets et poudingues de Saclas. Ces galets, remaniés par un courant fluvial, peut-être pliocène, ont été étendus en nappe sur toute la région.

A propos de la dolomitisation du calcaire grossier de la carrière de Prémontré, **M. Louis Gentil** croit devoir appeler l'attention sur ce phénomène secondaire qui est assez fréquent dans le Tertiaire du Bassin de Paris. Il estime que si l'enrichissement en magnésie par décalcification peut, comme le voudrait M. Leriche, s'appliquer à certains cas particu-

1. G. RAMOND. Notes de géologie parisienne. — VI. Le chemin de fer de Paris à Melun (par Brunoy) réseau P.-L.-M. CR. du Congrès des Soc. Sav. en 1910. Sc., XV, p. 135 à 146.

2. Voir Carte Géol. de la France à 1/80 000, Feuille Melun (n° 65); et Bulletin Serv. C. G. F., Comptes rendus des Collaborateurs, VI (1894-1895), p. 4-7.

liers, il faut rechercher le plus souvent une autre cause à l'origine de cette formation dolomitique.

M. Leriche. — *Excursion du jeudi 29 août, à Chailvet, Molinchart et Laon.*

Partie de Laon, le matin, la Société descend à Chailvet-Urcel, et gagne immédiatement une sablière voisine de la gare (fig. 15).



FIG. 15. — SABLIERE DE CHAILVET.

Cliché P. Jodot.

Q, Sables quaternaires à stratification entrecroisée ; L, Sables landéniens (Sables de Bracheux) à stratification horizontale.

La partie inférieure de la sablière est ouverte dans les Sables de Bracheux. Ce sont des sables blancs, dans lesquels des bandes de sables jaunes, originairement glauconifères, révèlent la stratification horizontale du dépôt. Ces sables sont ravinés par d'autres sables, à stratification entrecroisée, qui représentent une alluvion ancienne de la rivière voisine, l'Ardon. Ces derniers sables renferment des galets en silex, des galets d'argiles à lignites, et, plus rarement, des plaquettes silicifiées, chargées d'oogones de *Chara*, et provenant du Calcaire grossier continental.

On se rend ensuite à la cendrière de Chailvet. La fabrication de l'alun et du sulfate de fer vient d'y prendre fin. Avec cette cendrière, disparaît une industrie jadis florissante dans tout le Nord de l'Île-de-France.

Là carrière, abandonnée depuis plusieurs mois, permet encore

de se rendre compte de la composition des Argiles à lignites, dans cette partie du Laonnais. On peut y relever la coupe-suivante (fig. 16) :

- 7, Blocs de grès à *Cyrena cuneiformis* (Grès d'Urcel), restes d'anciennes exploitations de grès.
- 6, Sable blanc.
- 5, Alternances de lits d'argiles variées, ligniteuses, plastiques, et de lits de sables blancs ou ligniteux passant au grès tendre..... 2 m. 00
- 4, Argile ligniteuse, sableuse suivant certains lits, avec lits de lignite. La partie exposée à l'air est couverte d'efflorescences jaunes de sulfate ferreux..... 1 m. 00
- 3, Falun cohérent, utilisé comme amendement 1 m. 20
- 2, Argile grise et sableuse à la partie inférieure, verdâtre à la partie supérieure 0 m. 70
- 1, Argile ligniteuse, avec lits de lignite; elle renferme à la partie supérieure, *Cyrena cuneiformis*, *Potamides funatus*; visible sur..... 1 m. 00

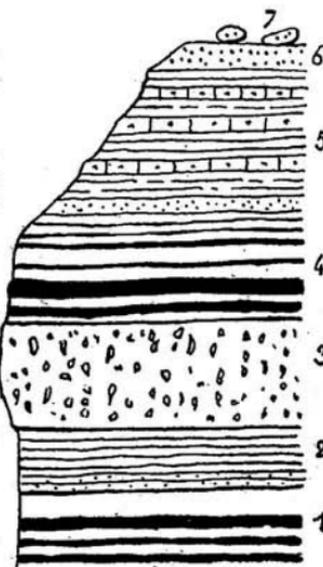


FIG. 16. — COUPE DE LA CENDRIÈRE DE CHAILVET (Aisne).

Les faluns (n° 3 de la coupe) sont formés, en grande partie, par *Cyrena cuneiformis* FÉR., qui atteint ici une grande taille, par *Potamides funatus* MANT., *Melanopsis buccinoidéa* FÉR., et par *Ostrea bellocensis* LAMK., dont les valves sont traversées par les galeries d'un Spongiaire, *Cliona erodens* DOLLF.

Les Argiles à lignites sont recouvertes par un niveau de grès à *Cyrena cuneiformis*, qui ont été exploités pour le pavage. Ces grès, dits Grès d'Urcel¹, déterminent sur les versants des massifs de Calcaire grossier une topographie spéciale. Ils interrompent la régularité de la pente formée par les Argiles à lignites et les Sables de Cuise, et déterminent la formation de plate-formes, généralement couvertes de landes, et parfois séparées du reste du massif par une légère dépression. Une pareille plate-forme s'observe très nettement au Sud de Chailvois, sur une longueur de près de deux kilomètres. Nous la traversons pour atteindre la route de Chailvois à Lizy, d'où nous nous élevons, par un sentier, sur un éperon du massif de Montbavin. On recoupe successivement les Sables de Cuise, à *Nummulites planulatus-elegans*, et les Argiles de Laon, qui donnent naissance à une fontaine. Puis, après une interruption dans les observations,

1. Du nom d'une localité située à 2 kilomètres au S.E. de Chailvet.

le sentier s'encaisse entre deux talus formés par l'assise à *Ditrupa strangulata* dolomitisée¹. Il court ensuite, jusqu'à Montbavin², sur un plateau aride, formé par le Calcaire grossier marin. Après avoir marché, pendant quelques instants, à la surface de ce plateau, on descend vers Chaillevois, et l'on reprend à Chailvet-Urcel le train pour Laon.

Après le déjeuner, les voitures nous conduisent à Molinchart. La route se déroule, en grande partie, sur la craie sénonienne, à *Actinocamax quadratus*, qui est visible dans une ancienne carrière, à l'entrée de Molinchart.



FIG. 17. — La « BRUYÈRE DE LA CHATELAINE » ET LE PLATEAU DE SAUVRESIS, au Nord-Ouest de Molinchart (Aisne).

- A, Plaine alluviale du ruisseau de Sart-l'Abbé; B, Bruyère de la Châtelaine, formée par les grès à *Cyrena cuneiformis*; C, Plateau de Sauvresis, couronné par le Calcaire grossier.

Du milieu de la plaine alluviale du ruisseau de Sart-l'Abbé, se dresse un imposant chaos, la « Hottée de Gargantua » formé d'énormes blocs de grès blanc, arrondis et durcis à la surface. Les sables d'où dérivent ces grès établissent la transition entre les sables du Landénien marin (Sables de Bracheux) et les sables qui ont formé les grès à *Cyrena cuneiformis* que l'on va observer dans la « Bruyère de la Châtelaine »³, au Nord-Ouest de Molinchart. En se rendant à la « Bruyère », on observe au « Point du jour », sur la rive gauche du Sart-l'Abbé, la partie supérieure du Landénien marin, représentée par un sable fin,

1. Dans le voisinage, on trouve aussi l'assise à *Nummulites lævigatus* dolomitisée.

2. A l'entrée du village, une carrière souterraine, que le temps n'a pas permis de visiter, est creusée dans l'assise à *Cerithium giganteum*.

3. Cette Bruyère est souvent désignée, dans les travaux de géologie régionale, sous le nom de « Bruyère de la Comtesse ».

glauconifère et micacé, dans lequel des filets d'argile font naître de petites nappes aquifères.

On s'élève sur la « Bruyère de la Châtelaine » (fig. 17), plateau couvert de Callunes et de Genêts, et formé par des grès blancs, à *Cyrena cuneiformis* et à *Potamides funatus* (fig. 18). Ces grès sont identiques à ceux observés, dans la matinée, à Chailvet, immédiatement au-dessus des Argiles à lignites. Ils atteignent ici une grande puissance et succèdent, par l'intermédiaire de grès correspondant à ceux de la « Hottée de Gargantua », aux sables du Landénien marin. Les sables qui, dans la butte voisine de Sauvresis, sont situés sur leur prolongement, y supportent les Sables de Cuise. Le faciès arénacé se substitue donc ici au faciès des Argiles à lignites.

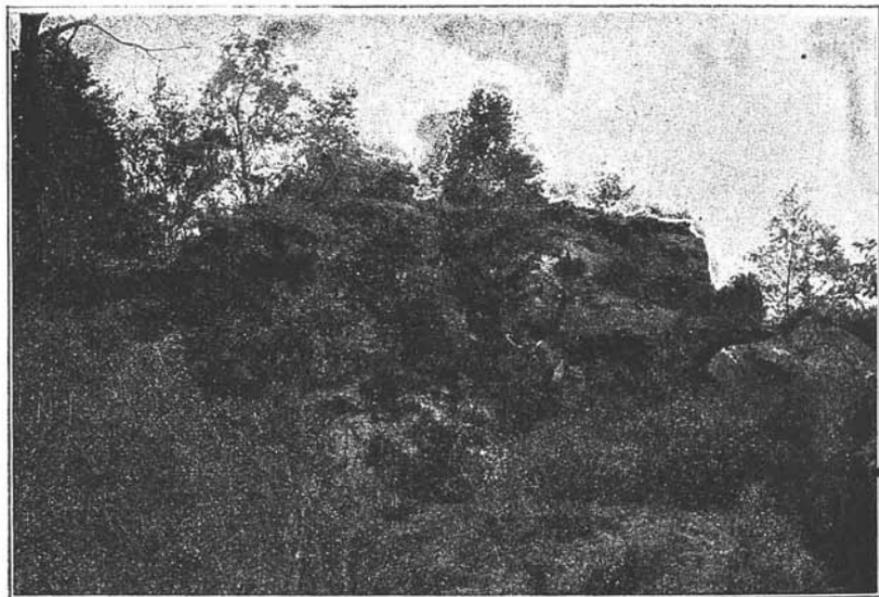


FIG. 18. — La « BRUYÈRE DE LA CHATELAINÉ » à Molinchart. Grès à *Cyrena cuneiformis*.

La formation se continue, le plus souvent à l'état de sables, dans le Nord de la France et dans la moyenne Belgique, où elle prend l'allure de dépôts fluviatiles¹.

On regagne Laon, en voitures, et, après avoir dépassé le faubourg de Vaux, on met pied à terre, pour étudier la coupe du plateau qui porte la ville.

1. L'étude de ces dépôts sera faite dans la seconde partie de la Réunion (huitième journée).

Le long de la route de Vaux à Ardon, des sablières sont ouvertes dans les Sables de Bracheux glauconifères, gris verdâtre, jaunis suivant certains lits par l'altération de la glauconie. Dans la plus grande sablière, située à proximité du faubourg d'Ardon, ils sont recouverts par des sables blancs, à stratification entrecroisée, dans lesquels sont intercalés de petits lits d'argile ligniteuse. Ces derniers sables représentent les Argiles à lignites,

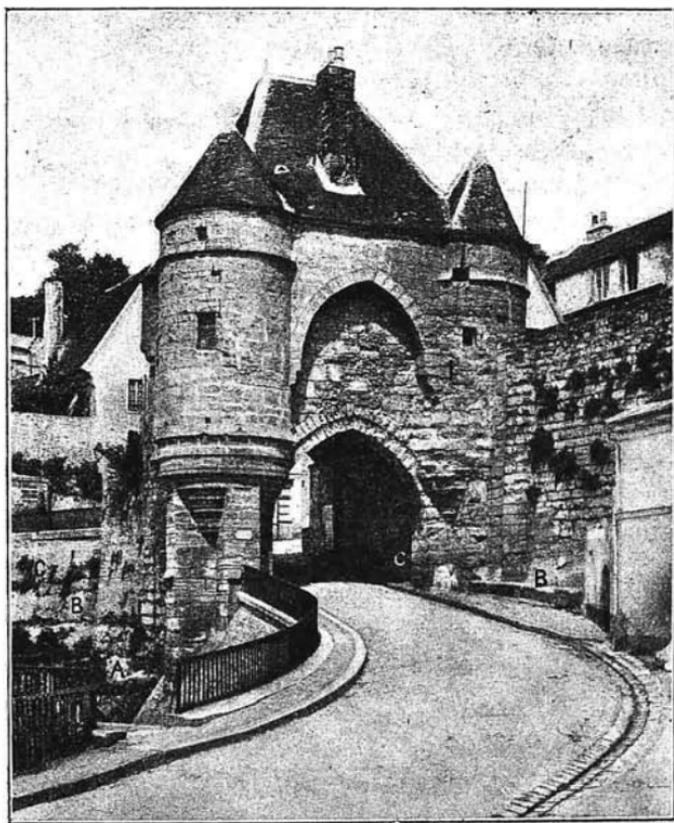


FIG. 19. — LA PORTE D'ARDON A LAON. Succession des assises lutéliennes.
A, Calcaire à *Maretia Omaliusi*; B, « Pierre à liards »; C, Calcaire à *Ditrupa strangulata*.

passant, comme à Molinchart, au faciès arénacé du Nord de la France. La coupe du Landénien, à Laon, est donc semblable à celle du même terrain, à Molinchart, mais avec cette différence, qu'à Laon, les sables, étant restés à l'état meuble, n'ont pu conserver, comme les Grès à Cyrènes de Molinchart, les traces des coquilles dissoutes par les eaux d'infiltration.

On s'élève, par les sentiers de traverse de la route d'Ardon,

sur le flanc du plateau, et, dans le talus du dernier sentier, on observe un affleurement fossilifère des Sables de Cuise. On arrive bientôt à la Porte d'Ardon (fig. 19) : au pied de celle-ci, une fontaine indique la présence des Argiles de Laon ; autour et sous la porte, affleurent l'assise à *Maretia Omaliusi*, la « pierre à liards », le « banc Saint-Jacques » et la partie inférieure de l'assise à *Ditrupa strangulata*.

On contourne la « Cuve Saint-Vincent », en longeant le pied des anciens remparts, auxquels la « pierre à liards » sert parfois de soubassement. Au point le plus méridional, apparaît l'assise à *Cerithium giganteum*, la plus récente de la « Montagne de Laon » ; elle y est représentée par un calcaire dolomitique, dans lequel est creusé le quartier des Creutes.

Avant de lever la séance, M. **Leriche** remercie M. le Proviseur du Lycée de Laon de son empressement à mettre une salle du Lycée à la disposition de la Société, pendant son séjour à Laon.

Séance du samedi 31 août 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LERICHE, PUIS DE M. DOLLFUS, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 20 h. 30, dans l'une des salles de l'Hôtel de Ville de Reims.

M. Leriche remercie M. le Docteur Langlet, maire de Reims, présent à la séance, de l'hospitalité qu'il a bien voulu donner à la Société, et du souvenir qu'il a fait remettre, au nom de la municipalité rémoise, à chacun des membres de la Réunion¹. Il invite M. le Dr Langlet à prendre place au Bureau.

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

M. Leriche fait le compte rendu des excursions des 30 et 31 août.

M. Leriche. — *Excursion du vendredi 30 août, à Montbérault, Monthenault, Chamouille, Paissy, Pargnan, Beaurieux, Glennes, Merval et Fismes.*

Les voitures, qui nous emmènent à 6 heures et demie, contournent la « Montagne de Laon » et traversent, entre celle-ci et Bruyères, la large vallée de l'Ardon. Elles s'élèvent ensuite, en côtoyant le vallon de Chéret, sur le plateau de Montbérault, dont la constitution est la même que celle de la Montagne de Laon. Du flanc du vallon s'échappent de petites sources ; elles sortent de la nappe aquifère déterminée par les Argiles de Laon, à la base du Calcaire grossier.

Du bord du plateau, le regard s'étend sur les régions traversées les jours précédents ; il s'arrête d'abord sur la Montagne de Laon, puis distingue, en arrière, la forêt de Saint-Gobain ; il se perd, à droite, sur la plaine crayeuse, qui s'étend à l'infini, et dont la monotonie est, çà et là, rompue par de petits tertres boisés, formés par les sables landéniens.

A l'Ouest, le plateau est échancre par le vallon de Vorges,

1. A leur arrivée à Reims, les membres de la Réunion recevaient un exemplaire des volumes publiés, sur Reims et la région, à l'occasion des Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, tenus à Reims, en 1880 et en 1907. Chacun de ces volumes renferme un travail d'ensemble, qui condense les connaissances acquises, au moment où il fut écrit, sur la géologie de la région rémoise. Le volume de 1880 contient deux articles : l'un, sur les terrains secondaires, écrit par Peron ; l'autre sur les terrains tertiaires, dû à Victor Lemoine. Le travail paru dans le volume de 1907 est l'œuvre de M. J. Laurent (voir la Bibliographie).

sur les bords duquel s'ouvrent d'anciennes carrières, creusées dans l'assise à *Cerithium giganteum* et *Orbitolites complanatus*. Celle-ci est surmontée par des calcaires à Cérithes, qui sont ramenés par la charrue, dans les champs avoisinant la route.

Sur le plateau, les Sables de Beauchamp, accompagnés de galets, forment de petites collines très surbaissées. Ils sont bien visibles à Montbérault, où l'on traverse une de ces collines.

Bientôt la route descend vers la vallée de l'Ailette. Entre Monthenault et Chamouille, elle entame très obliquement le Calcaire grossier marin, dont elle donne une coupe à peu près complète (fig. 20).

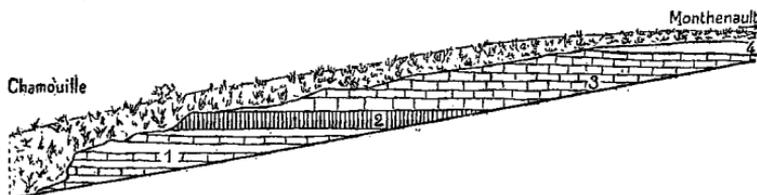


FIG. 20. — COUPE DU LUTÉTIEN MARIN, relevée dans les talus de la route, entre Monthenault et Chamouille (Aisne).

- 4, Calcaire avec nombreux moules de coquilles (*Natica*, *Turritella*) et avec *Miliolites* (base de l'assise à *Cerithium giganteum*);
- 3, Calcaire à *Ditrupa strangulata*;
- 2, « Banc Saint-Jacques » et « pierre à liards » (assise à *Nummulites lævigatus*);
- 1, Calcaire sableux, tendre, chargé, à la base, de gros grains de quartz et de glauconie. Nombreux exemplaires de la prémutation, plate et onduleuse, de *Nummulites lævigatus* (assise à *Maretia Omaliusi*).

On traverse la vallée de l'Ailette, pour s'élever aussitôt sur le plateau qui s'étend entre cette rivière et l'Aisne. On voit, le long de la route, la partie supérieure des Sables de Cuise, surmontée par des sables blancs, à stratification entrecroisée, dans lesquels sont intercalés de petits lits d'argiles et de sables ligniteux. Ces sables blancs représentent l'Yprésien continental et correspondent aux Argiles de Laon.

Plus haut, on recoupe successivement les différentes assises du Lutétien marin: 1° la « pierre à liards », qui commence à prendre le faciès de la « Glauconie grossière », indiquant par là une réduction considérable de l'assise à *Maretia Omaliusi*; 2° les calcaires à *Ditrupa strangulata*; 3° les calcaires à *Cerithium giganteum*, *Orbitolites complanatus* et *Miliolites*.

Le Lutétien continental couronne le plateau; il forme, sur les versants de celui-ci, des pentes arrondies, couvertes de culture, qui tranchent sur les pentes abruptes et arides du Lutétien marin.

Arrivés au sommet du plateau, nous empruntons le « Chemin

des Dames », qui court parallèlement à son allongement. Au Sud, apparaît la vallée de l'Aisne, au delà de laquelle s'élève le plateau d'Entre-Aisne-et-Vesle. A l'horizon, se dressent les hauteurs du Tardenois.

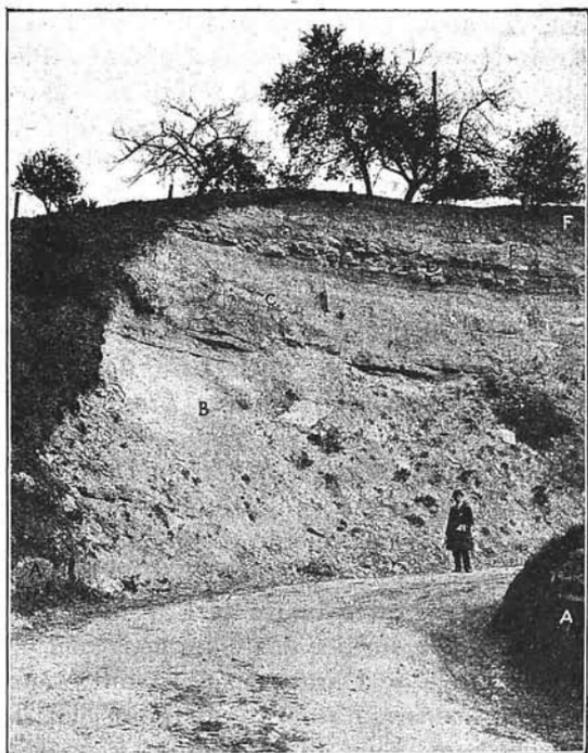


FIG. 21. — LE LUTÉTIEN LAGUNAIRE, A PAISSY (Aisne).

F, Calcaire compact, formé de débris de coquilles, avec *Hydrobies*, *Potamides lapidum*, *Limnea Bervillei*; E, Calcaire tendre, formé de coquilles écrasées; D, Calcaire en plaquettes, à *Potamides lapidum*; C, Calcaire compact, finement grenu, en bancs minces, plus ou moins résistants. Il est surmonté de quelques bancs marneux, plus tendres, devenant verdâtres sous l'action de l'humidité; B, Calcaire tendre, formé de débris de coquilles, et renfermant *Potamides lapidum*; A, Calcaire à *Orbitolites complanatus*, en grande partie dolomitisé (Lutétien marin).

On quitte le « Chemin des Dames », pour prendre la route de Beaurieux. Celle-ci frôle la tête du vallon de Paissy, et domine une profonde tranchée, creusée pour le passage du chemin de Paissy. Cette tranchée est ouverte, en grande partie, dans les assises inférieures, saumâtres, du « Calcaire grossier supérieur » (fig. 21). Ces dernières reposent sur l'assise à *Cerithium giganteum* et *Orbitolites complanatus*, dans laquelle sont

creusées les creutes de Paissy (fig. 6, p. 702), et qui est ici dolomitisée (fig. 4, p. 700). Elles supportent, à la partie tout à fait supérieure de la tranchée, les premières couches lacustres, à Hydrobies et à Limnées.

Sur le plateau, sont disséminés de nombreux galets et des blocs de grès, derniers vestiges des Sables de Beauchamp. De son sommet, on domine les villages de creutes — Paissy, Geny, Pargnan — adossés à l'escarpement de Calcaire grossier marin.

On gagne le calvaire de Pargnan, autour duquel de petites carrières, en grande partie comblées, donnaient, il y a quelques années, l'une des plus belles coupes du « Calcaire grossier supérieur » du Bassin de Paris¹. Au-dessus des couches saumâtres à Potamides, on voyait les couches lacustres prendre un grand développement. La particularité de ces couches, à Pargnan, est de renfermer des argiles ligniteuses, un lit de lignite, encore visible sur les bords de la route, et un banc de calcaire lacustre, sublithographique, très riche en Limnées (*Limnea Bervillei* DESH., *L. elevata* DESH.) en Planorbes (*Planorbis pseudoammonius* SCHLOTH., *P. paciacensis* DESH., *P. Chertieri* DESH.) et en oogones de *Chara*. Ce calcaire a été exploité pour l'empierrement; on l'observe encore le long des chemins. Sa décalcification met en liberté les fossiles, qui sont parfois silicifiés, et que l'on peut encore recueillir autour du calvaire de Pargnan, où le soc de la charrue les ramène à la surface des champs.

On longe les creutes de Pargnan; elles sont creusées dans le calcaire à *Ditrupa strangulata*, et ont pour ciel le calcaire à *Cerithium giganteum*. Puis l'on regagne, à pied, la route de Beurieux, que l'on avait un moment quittée.

Près de la route et au Nord de la ferme de Cuissy, on voit les sables blancs, ligniteux, de l'Yprésien continental, surmontés directement par la « pierre à liards », qui revêt ici le faciès de la « Glauconie grossière ». L'assise à *Maretia Omaliusi*, dont nous avons constaté la réduction progressive, en allant vers le Sud, a complètement disparu.

Après le déjeuner, à Beurieux, on traverse la vallée de l'Aisne, dont le fond est tapissé d'un gravier formé d'éléments empruntés aux terrains recoupés par la rivière ou par ses affluents (calcaires jurassiques; silex de la craie; fossiles tertiaires).

De nombreuses exploitations temporaires (grévières) sont ouvertes dans ce gravier, tout le long de la vallée de l'Aisne. A

1. M. LERICHE. Le Lutétien supérieur aux environs de Pargnan (Aisne). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXX, p. 193-196; 1901.

Bourg, à quelques kilomètres en aval, l'une d'elles a fourni une molaire d'*Elephas primigenius*¹.

Après avoir examiné l'une de ces grévières, on traverse l'Aisne, que l'on descend un instant, pour reprendre ensuite la direction du Sud.

On atteint ainsi la sablière de Glennes (fig. 22). Elle montre les sables et argiles de l'Yprésien continental, surmontant les Sables de Cuise, et supportant le Calcaire grossier.

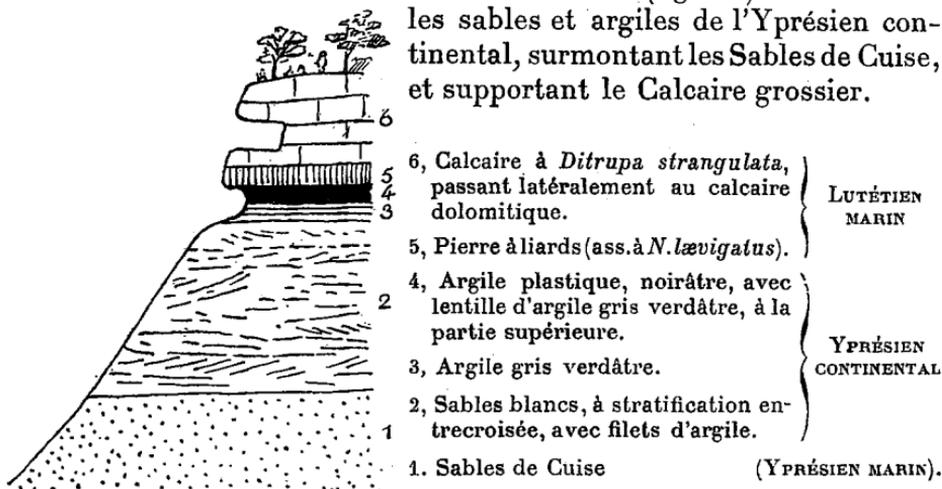


FIG. 22. — COUPE DE LA SABLIERE DE GLENNES (Aisne).

Celui-ci débute par la « pierre à liards », qui est déjà réduite et qui est chargée de gros grains de quartz et de petits galets. Au-dessus, viennent des calcaires à *Ditrupa strangulata*; ils passent latéralement à des calcaires dolomitiques, dans lesquels est ouverte une petite carrière souterraine.

La route de Glennes à Merval passe près d'une briqueterie, où l'on observe le lœss, avec Succinées, surmonté de son lehm d'altération. Elle s'élève ensuite sur le plateau d'Entre-Aisne-et-Vesle.

A Merval, ses talus donnent une coupe à travers le Lutétien marin (assise à *Nummulites lævigatus*, assise à *Ditrupa strangulata*, assise à *Cerithium giganteum* et *Orbitolites complanatus*). C'est dans ces deux dernières assises, en partie dolomitisées, que sont creusées les creutes de Merval.

A la sortie de Merval, les talus de la route montrent un calcaire blanc, à *Orbitolites complanatus* et *Miliolites*, qui forme, dans la région, la partie supérieure du Lutétien marin. Ce calcaire devient plus dur au Sud de la Vesle; sous le nom de « liais

1. Cette dent faisait partie de la collection de M. le colonel Sénart, à Fismes.

de Courville », il est activement exploité au Sud de Fismes, en particulier dans la vallée de l'Ardre.

La route qui descend vers la Vesle longe une carrière ouverte dans les calcaires à *Ditrupa strangulata*. Les gros grains de quartz du cordon littoral de la mer lutétienne envahissent la base de ces calcaires, indiquant par là une nouvelle réduction de l'assise à *Nummulites lævigatus*.

A Fismes, ce cordon littoral est formé par la partie tout à fait supérieure de cette dernière assise (banc Saint-Jacques). Comme nous le verrons dans la journée du lendemain, cette assise a complètement disparu plus au Sud, dans la vallée de l'Ardre.

A Fismes, nous quittons les voitures pour prendre le train, qui nous amène, le soir, à Reims.

M. Depéret a remarqué sur le plateau éocène au Nord de Montheault et également au Sud de Cerny une couverture de galets roulés, emballés dans un limon d'altération très argileux. Ces galets qui proviennent en grande partie, selon M. Leriche, des Sables de Beauchamp, ne peuvent avoir été ainsi étalés en nappe que par un cours d'eau antérieur au creusement des vallées actuelles, et dominant la vallée de l'Ailette de plus de 100 m., c'est-à-dire très probablement pliocène.

M. Leriche. — *Excursion du samedi 31 août, à Pargny, Clairizet, Bligny, Chaumuzu, Pourcy, Courtagnon et Serriers.*

Partie de Reims, en voitures, la Société prend la route de Dormans, qui court dans plaine rémoise. Celle-ci est formée par la Craie de Reims, à *Actinocamax quadratus*, que recouvre un manteau discontinu de loess et de lehm.

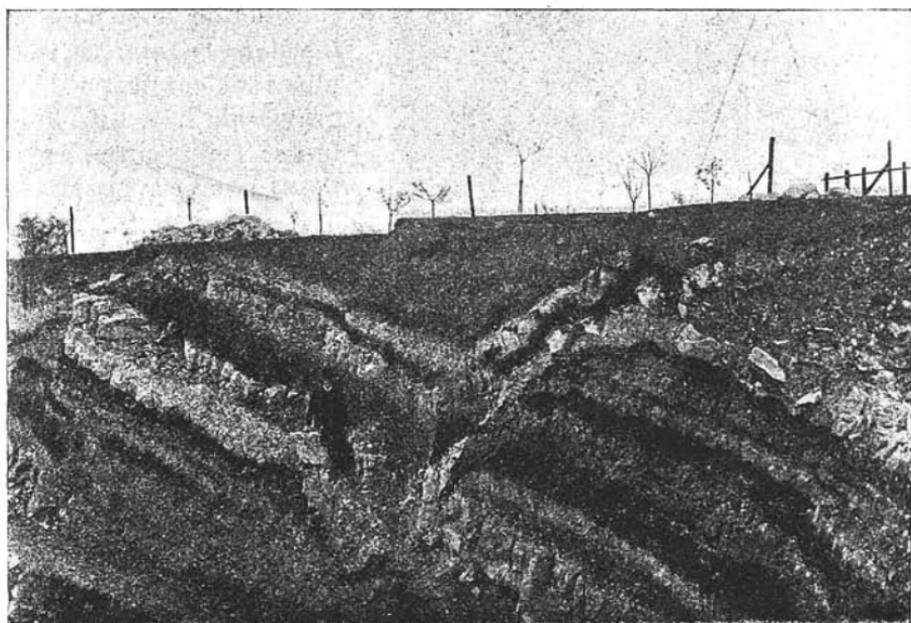
Devant nous, se dresse la cuesta de l'Île-de-France, interrompue, à droite, par la trouée de la Vesle, prolongée, à gauche, par la « Montagne de Reims ».

Aux approches de Pargny, d'anciennes briqueteries montrent le loess, reposant sur un cailloutis de calcaires lacustres, tertiaires, et surmonté de son lehm d'altération, dont la surface inférieure est très irrégulière.

Dans l'angle formé par la route de Dormans et par le chemin des Mesneux, une série de carrières sont ouvertes dans les Sables de Châlons-sur-Vesle. Ceux-ci reposent directement sur la Craie, sans interposition de l'assise à *Pholadomya Konincki*, qu'ils débordent, et que l'on reverra le lendemain, au Nord-Ouest de Reims.

On s'élève sur la cuesta et l'on franchit les Argiles à lignites, puis les Sables de Cuise, dont l'épaisseur est déjà considérablement réduite. La route est alors bordée, entre Pargny et Jouy,

de petites carrières qui montrent le grand développement pris par les sables et les argiles de l'Yprésien continental. Ils sont surmontés par le Calcaire grossier. La « Glauconie grossière », par laquelle débute celui-ci, renferme, avec des galets en silex, *Ditrupa strangulata* DESH., *Cardita planicosta* LAMK., *C. imbricata* GMEL. L'assise à *Nummulites lævigatus*, dont on a constaté, dans la journée précédente, la réduction, en allant du Nord vers le Sud, a complètement disparu. L'assise à *Ditrupa strangulata* vient donc reposer, en transgression, sur l'Yprésien continental; les progrès de la transgression font même qu'elle est déjà très réduite à Pargny.



Cliché communiqué par M. J. Laurent.

FIG. 23. — FAILLE INTÉRESSANT LE CALCAIRE GROSSIER, dans la grande tranchée de Pargny (Marne).

Calcaires marneux, blanchâtres, et marnes vertes de la base du Lutétien lagunaire.

L'assise à *Cerithium giganteum* est représentée par un calcaire tendre, parfois pulvérulent, renfermant de nombreux moules internes de *Cerithium giganteum* LAMK., de *Crassatella plumbea* CHEMN., de Turritellès, de Natices, de Lucines, de Cardites, etc. Sa partie supérieure est chargée de lits de silex jaunes¹; elle

1. Ces silex résultent, d'après l'étude qui vient d'en être faite par M. Dollé, de la silicification partielle des calcaires, 1° par le remplissage des loges de Foraminifères par de la silice fibreuse (calcédonite et quartzine), 2° par la formation d'un ciment de quartz microcristallin.

supporte un calcaire marneux, blanchâtre, peu épais, se débitant en plaquettes. Au-dessus se développent les marnes blanches et vertes du « Calcaire grossier supérieur ».

Ces diverses assises, à partir des calcaires tendres, à silex, sont bien visibles, à Pargny, dans la grande tranchée du chemin de fer de Reims à Bouleuse et à Fismes, où elles sont accidentées par de nombreuses failles (fig. 23).

On suit la voie ferrée, qui descend dans la vallée du Vasseur,



FIG. 24. — LA FALUNIÈRE DE POURCY (Marne).
F, Falun ; S, sable fin avec petits filets d'argile.

et l'on observe, dans deux petites tranchées, les sables, argile et lignites de l'Yprésien continental, surmontés, dans la tranchée la plus occidentale, par le gravier de base du Lutétien. Celui-ci renferme de nombreux galets et destubes de *Ditrupa strangulata*. Un petit escarpement de Calcaire grossier domine cette tranchée, au Nord de la voie ; il est formé par la partie supérieure de l'assise à *Ditrupa strangulata* et par des calcaires à *Cerithium giganteum*.

En continuant à suivre la voie ferrée, on constate une réduction considérable des Sables de Cuise : on passe, en effet, presque directement des argiles de l'Yprésien continental aux Argiles à lignites

landéniennes, qui étaient exploitées, il y a quelques années, près de Clairizet.

On s'élève sur le plateau qui sépare la vallée du Vasseur de la vallée de l'Ardre, et bientôt apparaissent les caractères qui différencient les plateaux du Tardenois de ceux du Nord

de l'Ile-de-France (Laonnais, Noyonnais, Soissonnais). La pente arrondie de la partie supérieure des versants s'allonge, du fait de l'épaississement du « Calcaire grossier supérieur » et de l'apparition des Marnes de Saint-Ouen. L'escarpement abrupt du Calcaire grossier marin descend à mi-côte et se trouve réduit par la disparition des assises inférieures du Lutétien.

On descend dans la vallée de l'Ardre, et l'on retrouve, entre Bligny et le moulin de Chaumuzy, dans une petite carrière située contre la route, les calcaires tendres, à silex, de la partie supérieure du Lutétien marin, surmontés par les marnes vertes du Lutétien continental.

Après le déjeuner, à Chaumuzy, on continue à remonter la vallée de l'Ardre. On met pied à terre à la falunière de Pourcy (fig. 24), entre Marfaux et Pourcy, où l'on est en présence de sables, avec galets, renfermant de puissants amas de coquilles exploités comme amendement pour l'agriculture. Ce gisement, découvert par M. Pistat et signalé par Tuniot, en 1902, a été depuis activement fouillé par les collectionneurs rémois. Les coquilles qu'il fournit appartiennent :

1° à des espèces des Argiles à lignites :

<i>Cyrena cuneiformis</i> FÉR.	<i>Melania inquinata</i> DEFR.
<i>Neritina globulus</i> FÉR.	<i>Melanopsis buccinoidea</i> FÉR.
— <i>consobrina</i> FÉR.	<i>Potamides funatus</i> MANT.
<i>Natica (Ampullina) lignitarum</i> DESH.	<i>Potamides funatus</i> , var. <i>turris</i> DESH. ¹ .
<i>Viviparus suessoniensis</i> DESH.	

2° à des espèces des Sables de Cuise :

<i>Arca (Barbatia) Gervaisi</i> BAY.	<i>Melanopsis ancillaroides</i> DESH.
<i>Cyrena Gravesi</i> DESH.	<i>Faunus Cuvieri</i> DESH.
<i>Teredina personata</i> LAMK.	<i>Melongena præcursor</i> COSSM.

3° à des espèces propres aux faluns de Pourcy :

<i>Melanopsis (Coptostylus) pour-</i> <i>cyensis</i> COSSM.	<i>Natica (Ampullina) Pistati</i> COSSM. etc.
--	--

A ces Mollusques sont associés des Vertébrés :

1° des Poissons appartenant à des espèces des Sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay ; ils sont représentés par

1. *P. turris* n'est qu'une variété courte et trapue de *P. funatus*. A Pourcy, il est facile de réunir, en très peu de temps une collection de *Potamides* qui montrera le passage de *P. funatus* à *P. turris*.

des formes marines (*Labrodon trapezoidalis* LER., *Egertonia* sp.) et par des formes fluviatiles (*Lepidosteus suessionensis* GERV., *Amia Barroisi* LER.)¹;

2° des dents de Mammifères reconnues par M. Depéret pour appartenir à des espèces des Argiles à lignites (*Coryphodon Oweni* HÉB., *Pachynolophus Vismæi* POM.)².

Enfin, on rencontre dans les Faluns de Pourcy des paquets irréguliers d'argiles à lignites, des galets de craie, des rostrs roulés de *Belemnitella mucronata*, des fragments de tiges de *Millericrinus* jurassiques.

L'âge de ces faluns est évidemment indiqué par les fossiles les plus récents qu'ils renferment et qui sont des espèces des Sables de Cuise et des Sables à Unios et Térédines. Tous les autres fossiles sont, ou bien des espèces lagunaires, autochtones, qui ont pu se maintenir dans les estuaires ou survivre quelque temps à l'irruption de la mer yprésienne dans les lagunes, — ou bien des espèces remaniées de formations plus anciennes.

Parmi les éléments remaniés que renferment les Faluns de Pourcy, les uns sont d'origine plus ou moins lointaine et presque toujours roulés (*Belemnitella mucronata*, galets de craie, Encrines jurassiques); les autres sont d'origine locale. Au nombre de ceux-ci, on doit vraisemblablement compter les dents de Mammifères signalées par M. Depéret : elles dérivent sans doute des Argiles à lignites landéniennes, que l'on trouve elles-mêmes remaniées dans les faluns³. Ce remaniement s'est fait presque sur place, comme l'attestent les contours anguleux des paquets d'argiles remaniées et comme l'indiquerait aussi la bonne conservation de la couronne des dents de Mammifères qui ont été recueillies.

Les Faluns de Pourcy marquent donc, comme les Sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay, l'emplacement de l'estuaire d'un fleuve, qui, après avoir traversé la Lorraine et la Champagne, se jetait dans la mer des Sables de Cuise.

De Pourcy, les voitures nous conduisent à la ferme de Cour-

1. M. LERICHE. Sur la faune ichthyologique et sur l'âge des faluns de Pourcy (Marne). *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, p. 442-444 ; 1907.

2. CH. DEPÉRET. Sur les progrès récents des connaissances sur les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims. Rapport préparatoire. *Bull. Ass. fr. Av. Sc.*, nouv. sér.; n° 6, p. 11 ; 1907.

3. Voir la figure donnée dans *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 378 et dans le *Livret-Guide*, p. 64.

C'est d'après des renseignements que m'avait donnés M. Pistat, en 1907, que j'ai indiqué les paquets d'argiles remaniées comme étant le gisement des dents de Mammifères recueillies. M. Pistat m'a annoncé récemment que ces dents avaient été recueillies, en réalité, dans la masse des faluns. Ce fait ne modifie en rien mes conclusions sur l'âge des Faluns de Pourcy.

tagnon, derrière laquelle s'élève un petit escarpement de Calcaire grossier, formé par un calcaire tendre, très fossilifère, appartenant à l'assise à *Cerithium giganteum*¹. Les fossiles, qui ont gardé leur test, sont admirablement conservés ; on les recueille dans les champs qui avoisinent la ferme, où ils sont amenés au jour par le soc de la charrue. Ce sont parmi les espèces les plus communes :

<i>Axinæa pulvinata</i> LAMK.	<i>Clavilithes Noæ</i> CHEMN.
<i>Cardita (Venericardia) imbricata</i> GMEL.	— <i>dameriacensis</i> DESH.
<i>Cardita (Venericardia) pulchra</i> DESH.	— (<i>Cosmolithes</i>) <i>uniplicatus</i> LAMK., var. <i>subuniplicatus</i> GRA- BAU.
<i>Sunetta separata</i> DESH.	<i>Sycum bulbosus</i> SOL.
<i>Sunetta semisulcata</i> LAMK.	— <i>bulbiforme</i> LAMK.
<i>Natica Willemeti</i> DESH.	<i>Cryptochorda stromboides</i> HER- MAN.
<i>Mesalia multisulcata</i> LAMK.	<i>Volutoospina spinosa</i> LINNÉ.
— <i>chaussyensis</i> COSSM.	<i>Volutilithes torulosus</i> DESH.
<i>Cerithium (Campanile) giganteum</i> LAMK.	— <i>muricinus</i> LAMK.
<i>Rimella fissurella</i> LINNÉ.	<i>Mitra (Mitreola) labratula</i> LAMK.
<i>Murex tricarinatus</i> LAMK.	<i>Ancilla buccinoides</i> LAMK.
<i>Clavilithes parisiensis</i> MAY.	

En faisant quelques pas vers le Sud-Est, on passe du calcaire à *Cerithium giganteum* à un sol argileux, formé par les Argiles de Laon. L'assise à *Ditrupa strangulata* à son tour semble avoir complètement disparu, et l'assise à *Cerithium giganteum*, en transgression, paraît venir reposer sur l'Yprésien continental.

Nous nous élevons sur le plateau qui nous sépare de la plaine rémoise, en traversant successivement les marnes et calcaires marneux du Lutétien continental et les Marnes de Saint-Ouen.

Une argile de décalcification, renfermant de nombreux blocs de Meulière de Brie, activement exploités, couronne le plateau. Elle lui communique l'aspect caractéristique de la Brie pouilleuse : elle détermine la formation de nombreuses mares et n'entretient qu'une maigre végétation, composée en grande partie de Bouleaux, de Génévriers, de Callunes et de Genêts.

La route par laquelle on descend du plateau passe près du

1. Entre Pourcy et la ferme de Courtagnon, M. Laurent nous a montré un petit affleurement du même calcaire tendre, à *Cerithium giganteum*, alors visible grâce à l'enlèvement des récoltes.

point où vient mourir le Lutétien marin. Le Lutétien continental repose alors directement sur l'Yprésien fluvial.

A la sortie de Nogent, apparaissent, dans les talus de la route, des marnes blanches du Landénien continental. On passe ensuite près d'une sablière, ouverte dans les Sables de Châlons-sur-Vesle, puis on atteint la Craie, sur laquelle la route se maintient jusqu'à Reims.

M. Jodot a observé à la partie supérieure de la carrière de Nogent, au-dessus des sables de Châlons-sur-Vesle, des galets ovoïdes de silex, dans un limon un peu différent de celui vu le matin sur la route de Pargny. Par suite de la situation de la carrière sur le bord d'une vallée sèche au milieu de la plaine rémoise, M. Jodot serait porté à admettre qu'on est en présence de galets tertiaires remaniés au Quaternaire.

M. Dollfus entretient la Société du problème de la dolomitisation ; il estime qu'elle est due, dans le Bassin de Paris, à des infiltrations provenant de la lévigation des argiles verdâtres comme l'argile de Saint-Gobain, l'argile de Laon et les marnes vertes de Romainville. Des analyses récentes de l'argile verte y ont révélé la présence d'une quantité notable de magnésie allant de 4 à 7 p. 100 qui entre en mouvement par l'action des eaux atmosphériques et va attaquer les calcaires sous-jacents. Il existe des roches dolomitisées dans le Calcaire de Saint-Ouen, les Sables Moyens, dans tous les niveaux du Calcaire grossier, dans les Sables de Cuise. L'altération s'est produite de la manière la plus irrégulière et quand ces roches étaient déjà au-dessus du niveau hydrostatique, ayant toujours les allures capricieuses de celle produite par des eaux en cours de descente interne.

Quand l'action chimique s'est exercée dans les couches de contact entre le Calcaire grossier et les Sables de Cuise, il devient souvent impossible de tracer une limite stratigraphique entre ces formations : ce sont les sables à tête de chat du Soissonnais. D'autre part, rien n'est plus obscur encore que l'origine des marnes vertes qui paraissent provenir de la destruction de roches serpentineuses, tandis que l'argile plastique sparnacienne ou burdigalienne, de tout autre constitution, sodo-potassique, tire son origine de l'altération des roches granitiques. Le processus de dolomitisation des couches tertiaires n'est pas forcément le même que celui des assises crétacées et peut-être cette transformation n'a-t-elle pas une origine unique.

M. le colonel Azéma estime que les masses serpentineuses qui, par leur désagrégation, ont participé à la formation des argiles vertes de l'Éocène (Lutétien supérieur), proviennent probablement de la décomposition de roches éruptives anciennes riches en péridot ou en minéraux magnésiens (péridotites, mélaphyres, etc.). Ces argiles ont certainement la même origine que certains schistes magnésiens des

formations anciennes, ces derniers ayant subi des phénomènes de silicification et de dynamo-métamorphisme.

Quant à la théorie de la dolomitisation, elle ne semble pas satisfaire entièrement aux observations personnelles faites au cours de la réunion, car les sables recouverts d'une couche épaisse d'argile verte restent vierges de toute dolomitisation, probablement à cause de l'imperméabilité et de l'insolubilité complète des matières intimement mélangées à ces argiles (Saint-Gobain, Verzenay).

Après la séance, M. le maire de Reims invite les membres de la Réunion à passer dans les salons de l'Hôtel de Ville, où les attendent la Municipalité, les membres de la Société d'Étude des Sciences naturelles et de nombreux invités.

M. le Dr Langlet, au nom de la cité rémoise, souhaite la bienvenue à la Société géologique de France. Il est heureux de saluer en elle une Science, aux progrès de laquelle ont travaillé plusieurs de ses concitoyens. Il la remercie d'avoir choisi Reims comme l'un des centres de ses excursions et lui annonce la création prochaine d'un Musée géologique, où prendront place les richesses paléontologiques que fournit le sol de la région rémoise.

M. Leriche répond en ces termes :

« Chaque année, la Société géologique de France visite, pour en faire l'étude, l'une des parties de notre pays. Cette année, elle a reconstitué, pour la parcourir, une ancienne région, la *Gaule-Belgique*. Elle vous remercie, M. le Maire, des souhaits de bienvenue que vous lui adressez au nom de l'une des anciennes capitales de cette Gaule-Belgique.

Si la ville de Reims est justement préoccupée de son développement industriel, elle suit aussi avec intérêt les progrès de la Science, et réserve toujours à ceux qu'attire l'étude de sa région l'accueil le plus chaleureux. La Société géologique de France lui est reconnaissante de la faveur qu'elle accorde à notre Science et félicite la Municipalité rémoise de son projet de fonder un Musée géologique. Les richesses paléontologiques que renferme le sol des environs de Reims, et dont l'étude a illustré le nom de l'un de vos compatriotes, le Dr V. Lemoine, trouveront dans ce Musée un asile sûr. Je suis heureux d'être en ce moment l'interprète des membres de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France et des membres de la Société d'Étude des Sciences naturelles de Reims, et de former, en leur nom, le vœu que le souvenir du savant rémois soit perpétué par sa ville natale. »

M. le Dr Langlet répond qu'il proposera à la Municipalité de donner le nom du docteur Lemoine à l'une des rues de la ville.

Séance du lundi 2 septembre 1912

PRÉSIDENCE DE M. LERICHE, PUIS DE M. J. CORNET, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 20 h. 30, dans l'amphithéâtre de Géologie de l'École des Mines du Hainaut à Mons.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté après observations :

M. Paul Lemoine pense que si l'on cherche à élucider le problème de la *dolomitisation* dans le Bassin de Paris, il faut l'envisager dans son ensemble. Les couches éocènes ne sont pas seules à avoir été dolomitisées, les couches crétacées l'ont été également, soit sur des surfaces considérables comme dans la vallée de la basse Seine, soit sur des points locaux comme à Bimont près Breteuil (Somme).

Or le processus donné par M. G. F. Dollfus ne peut pas être invoqué pour les couches crétacées.

M. Paul Lemoine ne croit pas que, au moins d'une façon générale, la magnésie soit d'origine extérieure aux couches qui la contiennent. Il serait plutôt porté à admettre l'une des hypothèses suivantes :

1° La magnésie se serait déposée directement en même temps que le carbonate de chaux auquel elle est associée, comme l'a admis M. Longchambon¹ pour les dolomies jurassiques de la région nord-pyrénéenne.

2° La magnésie proviendrait de la remise en mouvement, par un phénomène secondaire, analogue à celui de la formation du silex, de la magnésie contenue en proportion notable dans certains organismes, par exemple, certains Polypiers et les Algues calcaires².

M. Leriche fait le compte rendu de l'excursion du 1^{er} septembre.

M. Leriche. — *Excursion du dimanche 1^{er} septembre, à Châlons-sur-Vesle, Chenay, Merfy et Verzenay.*

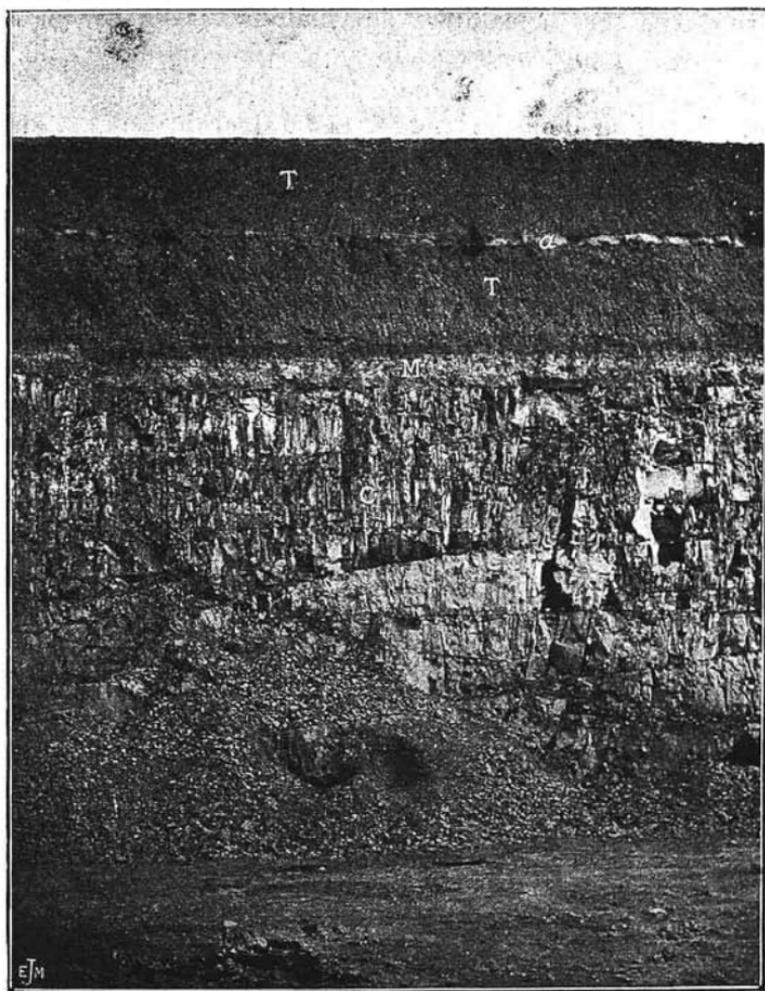
La matinée fut consacrée à l'étude du Landénien, au Nord-Ouest de Reims, à Muizon et à Châlons-sur-Vesle³. En raison

1. LONGCHAMBON (Michel). Contribution à l'étude du métamorphisme des terrains secondaires dans les Pyrénées orientales et ariégeoises. *B. Serv. C. G. F.*, XXI, 1910-1911, n° 131, pp. 323-391.

2. La proportion de carbonate de magnésium chez les *Lithothamnium* varie de 9,41 à 16,42 p. 100 ; voir : M^{me} Paul LEMOINE, Structure anatomique des Mélobésies. *Ann. Inst. océanogr.*, II, fasc. 1, 1911 (Analyses chimiques, pp. 38-42). — Dans les récifs coralliens tertiaires, il y a jusqu'à 40 p. 100 de CO₂ Mg (D. Walker).

3. Ces localités ont été visitées, en 1849, sous la conduite d'Hébert, par la Société géologique de France, réunie à Epernay.

du retard occasionné par la pluie, la dernière partie du programme, qui comportait une coupe à travers les formations yprésiennes et lutésiennes déjà vues les jours précédents, fut remplacée par l'exploration d'un gisement fossilifère des « Marnes de Chenay », signalé par M. Plateau.



Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXXVI, 1907, p. 370.

FIG. 25. — LA CRAIÈRE DE CHALONS-SUR-VESELE (Marne).
Contact de la Craie et du Landénien.

C, Craie de Reims, à *Actinocamax quadratus*; M, Marne blanche, landénienne, à *Ostrea eversa*; T, Tuffeau, à *Ostrea eversa* et *Pholadomya Konincki*, avec, en a, banc de tuffeau compact et très dur.

Descendue à Muizon, la Société traverse la Vesle, puis gagne la crayère de Châlons-sur-Vesle, qui montre la Craie de Reims,

à *Actinocamax quadratus*, surmontée par le Tuffeau landénien, à *Pholadomya Konincki* (fig. 25). La base du Landénien est formée par une marne blanche, qui résulte du délavage de bancs de craie, et dont la partie inférieure se charge de nombreux petits éclats de silex, qui représentent le cordon littoral de la mer landénienne.

On se dirige vers la sablière de Châlons-sur-Vesle, où sont admirablement exposés les Sables de Châlons-sur-Vesle. Ce sont des sables blancs, extrêmement fossilifères, qui offrent tous les caractères d'un dépôt de plage. Leur stratification est entrecroisée; les coquilles forment des amas lenticulaires que la corrosion met en saillie. Parmi les fossiles les plus répandus, on trouve : *Turritella circumdata* DESH., qui forme des lits entiers, *T. compta* DESH., *Neritina vicina* MELLEV., *Natica Deshayesi* NYST., *Nemocardium Edwardsi* DESH., *Phacoides (Lucina) uncinatus* DEFR., *Ph. pronus* DESH., *Corbula regulbiensis* MORR., etc.

Les influences continentales commencent à se manifester à la partie supérieure des Sables de Châlons-sur-Vesle, où apparaissent des espèces saumâtres, lacustres et terrestres.

Ainsi se prépare le passage du faciès marin au faciès continental du Landénien. Ce passage s'observe au Mont de Châlons, dont MM. Gosselet¹ et Laurent² ont donné des coupes détaillées. Les Sables de Châlons-sur-Vesle y sont surmontés par des sables ligniteux, qui supportent, à leur tour, un ensemble de grès tendres. A la base de ces grès, sont intercalés deux lits d'un sable graveleux, fluviatile, rappelant le Conglomérat de Cernay.

Les grès supérieurs au second lit graveleux présentent une stratification entrecroisée. On les suit sur les deux bords du valon qui descend de Chenay; ils renferment de petites lentilles de marne blanche, lacustre. Une de ces lentilles, plus puissante et plus étendue que les autres, apparaît sur la place, à l'entrée occidentale du village de Chenay. C'est la Marne de Chenay de V. Lemoine; elle n'a fourni jusqu'ici que de rares coquilles, mal conservées, de Paludines.

La Marne de Chenay supporte les Argiles à lignites, sur lesquelles est construit le village³.

1. J. GOSSELET. Relations entre les sables de l'Éocène inférieur dans le Nord de la France et dans le Bassin de Paris. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 8, p. 7; 1890.

2. J. LAURENT. Études scientifiques sur le pays rémois. In *Reims en 1907*, p. 47.

3. L'escarpement qui domine Chenay au Nord — et qu'un retard, occasionné par la pluie, nous a empêchés de gravir — est constitué par les Sables de Cuise, les sables ligniteux et argiles de l'Yprésien continental, et par le Calcaire grossier marin, qui débute avec l'assise à *Ditrupa strangulata*.

On traverse Chenay, pour atteindre, à la sortie du village de Merfy la route de Pouillon. M. Plateau nous montre là un affleurement d'un calcaire lacustre et fossilifère ¹, dont la position, à la base des Argiles à lignites, paraît correspondre exactement à celle de la Marne de Chenay.

La Société prend à Merfy-Saint-Thierry le train de banlieue qui la ramène à Reims.

Les excursions précédentes, dans le Laonnais, dans la partie orientale du Soissonnais, au Nord et à l'Ouest de Reims, nous ont montré : 1° l'alternance régulière des formations marines et continentales de l'Éocène du Bassin de Paris ; 2° la réduction progressive des formations marines en allant du Nord vers le Sud.

L'excursion de l'après-midi a pour but de faire constater, au Sud-Est de Reims, dans la « Montagne de Reims », la disparition presque complète des formations marines et la succession presque ininterrompue de formations continentales, représentant l'ensemble de l'Éocène.

La Société quitte Reims par un train de banlieue. A la sortie de la ville, le train franchit la Vesle et en remonte la vallée, par la rive gauche, jusqu'à Taissy. Il s'écarte ensuite de la rivière et, jusqu'à Ludes, il court sur une plaine crayeuse, qui offre les aspects de la Champagne pouilleuse.

A Ludes, on atteint le pied de la Montagne de Reims, véritable pointe avancée de l'Île-de-France en Champagne pouilleuse. Le train le suit, à travers les vignobles, jusqu'à Verzenay. Dans les tranchées, apparaissent la craie blanche, à *Actinocamax quadratus*, puis, près de Verzenay, un grès tendre, à stratification entrecroisée, situé sur le prolongement des Sables de Rilly.

Arrivée à Verzenay, la Société descend vers la route de Mailly, pour atteindre le four à chaux, situé à la sortie du village de Verzenay. Le front de la petite carrière qui alimente le four à chaux montre, à la base, une craie blanche, sans silex, altérée à la partie supérieure, et caractérisée par *Actinocamax quadratus*. Sur cette craie, reposent directement des marnes blanches, lacustres. Elles sont chargées de rognons de calcaire compact, dur, et renferment, à la base, des galets peu roulés, riches en limonite. On voit donc le faciès lacustre s'étendre ici à tout le Landénien inférieur. Mais, à quelques centaines de mètres, vers l'Ouest, l'horizon des Sables de Rilly commence déjà à se diffé-

1. M. G. Dollfus a entrepris l'étude des fossiles recueillis dans ce calcaire lacustre, par M. Plateau. Ses résultats sont publiés plus loin.

rencier à la partie inférieure de la formation ; c'est cet horizon que l'on a entrevu dans les tranchées de la voie ferrée, avant d'arriver à la gare de Verzenay.

Du four à chaux, on se rend à la grande carrière de Verzenay, de l'autre côté de la voie ferrée. Dans les talus du chemin d'exploitation de la carrière, près de la voie, on retrouve les marnes blanches, landéniennes.

La carrière elle-même, entame toutes les couches qui entrent dans la constitution de la Montagne de Reims¹. Elle montre, depuis les marnes lacustres, landéniennes, jusqu'au calcaire marneux à *Pholadomya ludensis*, une succession ininterrompue de formations continentales : les argiles à lignites landéniennes, les sables et argiles de l'Yprésien continental, les marnes du « Calcaire grossier supérieur », les marnes et calcaires marneux de Saint-Ouen, à *Limnea longiscata*. Ces marnes, détrempées par les pluies, s'opposent à l'accès du calcaire marneux à *Pholadomya ludensis*. On doit se borner à étudier celui-ci dans des blocs éboulés, qui fournissent *Ph. ludensis* et *Ostrea ludensis*. Des marnes à *Limnea longiscata* réapparaissent au-dessus du calcaire à *Pholadomya ludensis* ; elles supportent des argiles de décalcification, qui renferment de nombreux blocs de Meulière de Brie, et forment la surface du plateau.

Après la visite de la carrière, la Société rentre à Reims par un train de banlieue.

MM. Laurent et Dollfus ont constaté dans le haut de la carrière de Verzenay la présence de lambeaux de Sables de Fontainebleau descendant en poches dans les Meulières de Brie. Ce sont des sables fins, purs, de couleur blanche, jaune ou rougeâtre, avec une épaisseur qui peut atteindre de 1 m. 20 à 1 m. 50. On avait bien signalé des blocs de grès sur ce plateau, mais le gisement des Sables de Fontainebleau très important pour l'étude de l'extension de cette assise, n'y avait pas été formellement établi.

M. Leriche donne lecture d'une lettre de M. J. Laurent, dans laquelle celui-ci annonce qu'il vient encore de découvrir, à Villers-Marmery — au milieu de la Forêt de la Montagne de Reims, et sur une surface de quarante hectares, plantée en pins — les Sables de Fontainebleau, en petites poches dans les Meulières de Brie².

1. On trouvera la coupe détaillée et une photographie de cette carrière dans M. LERICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 387-389, pl. VI.

2. A propos de l'extension, en Champagne, des Meulières de Brie et des Sables de Fontainebleau, voir une note récente de MM. J. LAURENT et P. LENOIRE. Les lignes tectoniques de la Champagne. *B. S. G. F.*, (4), t. XII, 1912, p. 632-636 ; 1913,

M. Paul Lemoine appelle l'attention sur l'existence de lambeaux de Meulière de Brie sur les sommets des environs de Moronvilliers. M. Laurent les avait déjà signalés, mais ils sont encore plus nombreux et plus importants qu'il ne l'avait supposé.

On trouve effectivement des débris de Meulière de Brie sur les pentes ; mais, isolés comme ils le sont, il est certain qu'ils ne sont pas en place ; au contraire le sommet 257 (Mont Hugo) est recouvert par des blocs de meulière qui forment un manteau dont l'épaisseur peut dépasser 2 mètres.

Voyage de Reims à Mons (2 septembre).

La Société quitte Reims à 6 h. 47. Au sortir de Reims, le chemin de fer circule sur la plaine crayeuse ; il passe à l'Ouest de la butte de Brimont, formée par le Landénien. Il franchit la Suippes et l'Aisne puis, à Saint-Èrme, se rapproche de la cuesta de l'Île-de-France, dont il ne s'écarte plus guère, jusqu'à proximité de La Fère. Il traverse alors la vallée de l'Oise.

A Tergnier, on tourne brusquement le dos à l'Île-de-France, et la voie ferrée court vers le Nord. Elle traverse l'extrémité orientale du Santerre : pays plat, au sol crayeux, recouvert, çà et là, par des lambeaux de formations landéniennes, qui se couvrent de bois et s'élèvent, de quelques mètres à peine, au-dessus de la plaine.

Bientôt, après avoir dépassé Montescourt, le sol crayeux s'élève et se vallonne ; les lambeaux tertiaires, boisés, se réduisent et s'espacent. Le pays est sec, presque nu, livré entièrement — grâce à la présence d'un manteau plus ou moins épais de limon — à la culture des céréales et de la betterave. Les habitations se groupent en villages compacts, que l'on aperçoit de distance en distance. On est entré dans le Vermandois.

A Saint-Quentin, on pénètre dans la vallée tourbeuse de la Somme. On remonte la rivière jusqu'à ses sources actuelles, à Fonsomme, puis la vallée sèche qui la prolonge, en amont. A droite, apparaissent d'anciennes exploitations de craie phosphatée, à *Actinocamax quadratus*.

On franchit à Fresnoy-le-Grand, par une tranchée profonde, creusée dans le Landénien inférieur et surtout dans la Craie, la ligne de faite entre le bassin de la Somme et celui de l'Escaut. On traverse ensuite le Canal des Torrents, longue vallée sèche qui, vers l'Ouest, aboutit aux sources permanentes de l'Escaut.

Au Nord de Bohain, on passe du Vermandois dans le Cambrésis, sans qu'aucun changement appréciable se produise dans l'aspect du pays.

Aux approches de Busigny, des massifs tertiaires, étendus et couverts de bois, viennent rompre la monotonie du plateau crayeux. La plupart des villages sont installés sur ces massifs, où ils trouvent, à une faible profondeur, une nappe aquifère, déterminée par la présence d'une assise argileuse vers la base des sables landéniens¹.

Par un petit vallon, le chemin de fer, descend vers la Selle, qu'il traverse en amont du Cateau, sur le viaduc de Saint-Benin.

Bientôt l'aspect du paysage change : les champs se mêlent aux prairies, puis disparaissent devant celles-ci ; la végétation arborescente redevient plus active. De la craie sénonienne, fissurée et facilement perméable, on est passé sur les marnes turo-niennes, compactes et imperméables. On entre dans le « Pays des Pâtures », qui prolonge au Nord la Thiérache. On le traverse en descendant, par la rive gauche, la large vallée de la Sambre.

Aux environs d'Aulnoye, les marnes crétacées ont disparu ; un manteau de limon recouvre directement les terrains primaires du Bassin de Dinant, représentés ici par le Calcaire carbonifère. Ce dernier apparaît, en bancs inclinés vers le Nord, près de Bachant, dans une ancienne carrière située à droite de la voie ferrée.

Celle-ci, continuant à descendre la vallée de la Sambre, pénètre, entre Hautmont et Maubeuge, dans des tranchées, où apparaissent plongeant vers le Sud, les psammites et les schistes famenniens du bord septentrional du Bassin de Dinant.

De Maubeuge, on revient sur ses pas, pour quitter bientôt la vallée de la Sambre. On s'élève vers le plateau de Quévy, en remontant la rive droite du ruisseau de la Flamenne. On remarque bientôt, sur la rive opposée, une carrière abandonnée, ouverte dans le calcaire frasien, dont on distingue les bancs, plongeant vers le Sud.

Au sommet du plateau, autour de la gare-frontière de Quévy, le sol est formé par les marnes-turonniennes ; elles lui communiquent une grande humidité, favorable au développement des prairies naturelles. Le soubassement primaire est constitué par le Coblentzien du bord septentrional du Bassin de Dinant. Il apparaît dans le lit de quelques petits ruisseaux qui se rendent à la Haine ; il affleure, sur une vaste étendue, un peu à l'Ouest de la voie ferrée, où il forme le « massif de Dour ».

1. Dans cette partie du Cambrésis, comme dans le Nord du Vermandois, le Landénien marin, qui constitue les collines tertiaires, comprend trois assises : 1° une assise inférieure, peu épaisse, formée par le tuffeau ; 2° une assise moyenne, argileuse, l'Argile de Clary ; 3° une assise supérieure, qui est la plus puissante, et qui est constituée par des sables plus ou moins glauconifères.

Le chemin de fer descend rapidement vers la vallée de la Haine. A Genly, celle-ci apparaît, limitée au Nord par les hauteurs boisées qui forment le rebord de la Flandre wallonne, dominée à l'Est par le Mont-Panisel et par le beffroi de Mons.

A Frameries, la craie sénonienne se montre dans les tranchées. En même temps, apparaissent les premiers charbonnages : on entre dans le Borinage.

On atteint bientôt le fond plat et marécageux de la vallée de la Haine, sur lequel on circule pendant quelques instants, avant d'arriver à Mons.

J. Cornet — *Excursion. du lundi 2 septembre à Ciplly et à l'Eribus.*

Après le déjeuner, la Société se rendit en tramway à Ciplly. Le but spécial de cette excursion était l'étude du Paléocène à Ciplly et à Cuesmes. Nos observations ont porté accessoirement sur les assises crétacées sur lesquelles il repose dans la région de Ciplly, ainsi que sur l'étage yprésien, qui surmonte le Landénien marin entre Ciplly et Mons.

Nos constatations, faites du Sud au Nord suivant la coupe ci-jointe (fig. 26), nous ont permis de suivre, de bas en haut, la superposition des assises suivantes :

YPRÉSIEN.	{	Sables à <i>N. planulatus-elegans</i> .
	{	Argile des Flandres.
LANDÉNIEN MARIN.		
MONTIEN.		Tuffeau de Ciplly.
MAESTRICHTIEN.		Tuffeau de Saint-Symphorien.
SÉNONIEN.	{	Craie phosphatée de Ciplly.
	{	Craie de Spiennes.
	{	Craie de Nouvelles.

Ces observations ont été faites aux points suivants : 1. Carrière Caillaux ; 2. Tranchée à 450 m. à l'Est de cette carrière ; 3. Anciennes carrières Saint-Gobain ; 4. Carrière Bernard ; 5. Sablière de la Favarte ; 6. Tranchée au Sud de l'Eribus ; 7. Exploitations de l'Eribus ; 8. Sablière supérieure de l'Eribus.

1. — CARRIÈRE CAILLAUX, A CIPLY¹

Cette grande excavation montre de bas en haut : la *Craie de*

1. Cette carrière, dont le centre est à environ 480 m. au Sud-Ouest du clocher de Ciplly, est l'extension méridionale d'une exploitation, aujourd'hui remblayée, que j'ai décrite sous le nom de *carrière des Gâtis* (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXVI, 1899-1900, p. cccxiii).

Spiennes, la *Craie phosphatée de Ciplly* et le *Tuffeau de Ciplly*, Elle est ouverte pour l'exploitation de la craie phosphatée ¹ que l'on abat à ciel ouvert, après l'enlèvement du tuffeau.

a) La Craie phosphatée de Ciplly est une craie grossière, rude au toucher, assez friable, de teinte gris brun, stratifiée en bancs épais, peu réguliers. La teneur en phosphate tricalcique s'élève à 25 et même à 30 p. 100; mais elle descend parfois jusqu'à 10 p. 100 et plus bas encore. Ce phosphate s'y trouve en grains bruns, à peine visibles à l'œil nu, où l'examen microscopique montre le produit de la pulvérisation de coprolithes de Reptiles et de Poissons, avec une grande quantité de menues esquilles d'os provenant évidemment de la trituration des excréments de ces animaux à régime carnassier; on y voit aussi quelques Foraminifères encroûtés de phosphate, etc. ². Ces faits n'ont rien d'étonnant lorsque l'on sait que les ossements, isolés ou assemblés, voire les squelettes entiers de grands Reptiles et de Poissons se rencontrent dans cette assise avec une véritable abondance ³. Les fossiles invertébrés sont également très abondants dans la Craie de Ciplly ⁴. Bornons-nous à citer quelques espèces parmi les plus fréquentes :

Pyrgopalon Mosæ BRONN sp.

Belemnitella mucronata SCHLOTH.
sp.

Baculites Faujasi LAMK.

Pecten pulchellus NILSS.

Vola substriato-costata D'ORB.

Lima semisulcata GOLDF.

Avicula cærulescens NILSS.

Ostrea vesicularis LAMK.

— *lateralis* NILSS.

— *larva* LAMK.

Ostrea lunata LAMK.

Rhynchonella subplicata D'ORB.

— *octoplicata* Sow. sp.

Terebratula carnea Sow.

— *semiglobosa* Sow.

Trigonosema Palissi WOODW. sp.

Crania antiqua DEFR.

— *ignabergensis* RETZ.

Catopygus fenestratus AGASS.

Cardiaster ananchytis D'ORB.

D'après les études faites dans les nombreuses carrières à phosphate des environs de Mons, on peut subdiviser la Craie phosphatée de Ciplly en trois sous-assises bien caractérisées lithologiquement et très constantes mais n'offrant entre elles aucune diffé-

1. Cette craie est exportée en France où on l'utilise comme *castine* dans certains hauts-fourneaux.

2. Voyez A. F. RENARD et J. CORNET, *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 3^e série, t. XXI, n^o 2, 1891, p. 126 et *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1890-1891.

3. Notre visite au Musée de Bruxelles, le 4 septembre, nous a permis de nous faire une idée de cette partie de la faune de la Craie de Ciplly. Ajoutons que la roche phosphatée contient la proportion, véritablement étonnante, de 2,80 p. 100 de matière organique azotée.

4. La faune de la Craie phosphatée de Ciplly appelle une révision sérieuse.

rence faunique essentielle. A la partie supérieure, se trouve une épaisseur de 6 à 10 m. d'une craie blanchâtre, peu phosphatée, renfermant quelques bancs de silex, presque entièrement cal-

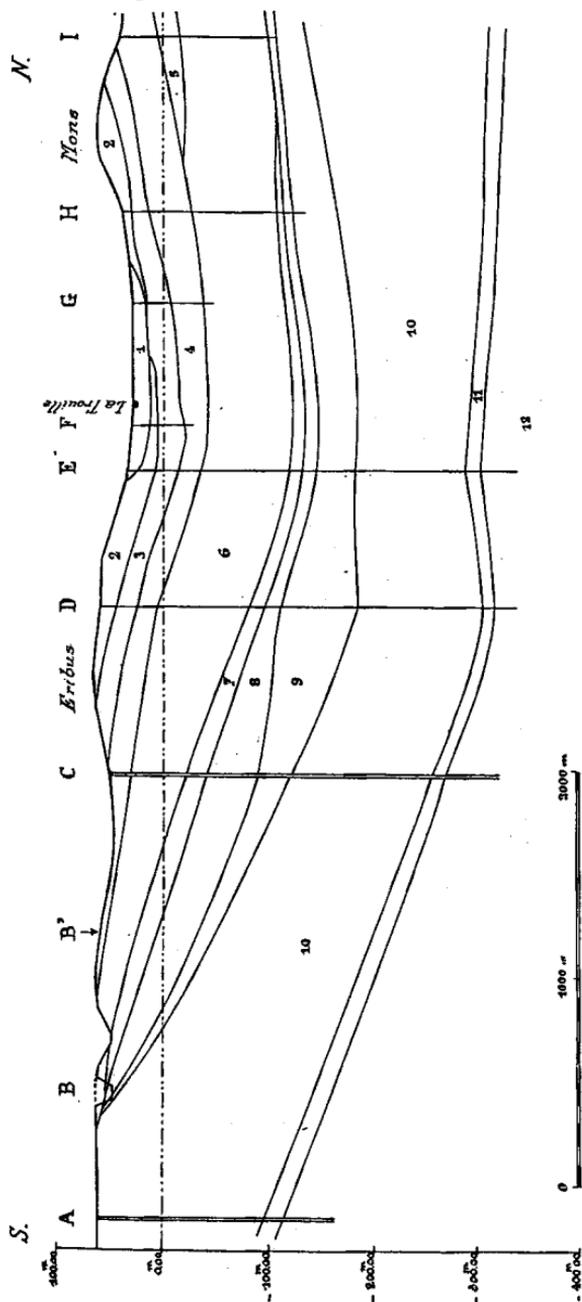


FIG. 26. — COUPE N.-S., DE MONS A CIPLY.

1, Alluvions modernes et Pléistocène; 2, Yprésien sup.; 3, Yprésien inf.; 4, Landénien inf.; 5, Montien sup., lacustre; 6, Montien inf., marin (Tuffeau de Ciplý, Calc. de Mons); 7, Maestrichtien (Tuffeau de Saint-Symphorien); 8, Craie phosphatée de Ciplý; 9, Craie de Spiennes; 10, Craie blanche sénienne; 11, Turonien (y compris peut-être localement la zone à *Actinocamax plenus*); 12, Houiller. — A, Charbonnage de Ciplý; B, Carrière Caillaux; B', Sablière de la Favarte; C, Houillère de l'Eribus (Levant du Flein); D, Sondage de l'Eribus, n° 2; E, Sondage de Bertaimont; F, Puits artésien Descamps; G, Puits artésien de l'École des Mines; I, Puits artésien de la caserne de cavalerie.

caire au sommet et légèrement glauconifère un peu plus bas. Cette sous-assise renferme en abondance *Thecidea papillata*.

Cette zone en surmonte une autre, épaisse de 10 m., plus riche en phosphate de chaux et où les silex sont rares. Enfin, à la base, on trouve une craie assez riche (jusque 10 et 14 p. 100 de phosphate), où les silex sont abondants et représentés, entre autres, par des Spongiaires plus ou moins encroûtés de silice. La puissance de cette dernière sous-assise atteint 15 m.

Aux endroits où la superposition des couches ne présente aucune lacune (vers l'Est de Cibly, à Mesvin, à Spiennes) la sous-assise inférieure repose sur la Craie de Spiennes et s'y relie graduellement ; on voit la Craie de Cibly s'appauvrir vers le bas en phosphate de chaux et passer bientôt à une craie blanche grossière, bien stratifiée, riche en silex, et qui, par sa faune, se rattache à la même assise que la Craie de Cibly. On y trouve, en effet, un certain nombre d'espèces communes aux Craies de Cibly et de Spiennes mais faisant défaut dans la Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*. Citons seulement : *Pecten pulchellus*, *Trigonosema Palissi*, *Cardiaster ananchytis*.

Mais la superposition complète, sans lacune, ne se présente pas partout. La Craie de Nouvelles (équivalent exact de la Craie de Meudon) a subi, avant le dépôt des Craies de Spiennes et de Cibly, une émerision accompagnée d'une importante dénudation. Puis la mer est revenue lentement vers le Sud et vers l'Ouest, déposant, sur cette surface dénudée, la Craie de Spiennes, puis successivement les trois zones de la Craie de Cibly, en une remarquable succession transgressive. Mais cette transgression n'a pas été continue ; elle a été interrompue par une émerision locale après le dépôt de la Craie de Spiennes, émerision suivie d'une nouvelle avancée. A la carrière Caillaux, c'est la partie moyenne de la Craie de Cibly qui repose sur la Craie de Spiennes. On voit, dans le fond de l'excavation, cette dernière assise former une bosse allongée traversée par une tranchée et par un tunnel qui permettent l'examen facile du contact.

L'existence de cette saillie de la Craie de Spiennes dans l'assise qui la recouvre montre déjà que les deux craies ne sont pas, en ce point, en concordance de stratification et que la Craie de Spiennes avant d'être recouverte, a subi un certain démantèlement. De plus, le contact entre les deux assises se fait d'une façon très particulière. Le passage est brusque entre les deux craies ; et cependant la séparation n'est pas une surface nette et régulière. La craie phosphatée émet à sa base des prolongements de section arrondie ou allongée, ramifiés, contournés, ayant un ou plusieurs centimètres de diamètre, qui pénètrent dans la Craie de Spiennes jusqu'à une profondeur variant de 0 m. 50 à

1 m. Les choses se présentent comme si la surface de la Craie de Spiennes avait été, sur cette épaisseur, perforée de tubulations tortueuses que les sédiments phosphatiques seraient venus remplir par la suite. En outre, fait à noter, dans les quelques décimètres inférieurs de la Craie de Cibly, on trouve d'assez nombreux nodules phosphatés roulés.

Nous reviendrons sur ces faits à propos du point suivant. Nous pouvons dès à présent en tirer une conclusion qui corrobore un principe énoncé par M. Cayeux : c'est que la formation des dépôts phosphatés de Cibly a coïncidé avec des *ruptures d'équilibre* dans les rapports de la terre et de la mer, avec des mouvements du sol.

b) Le Tuffeau de Cibly est un calcaire grossier, blanc-grisâtre, blanc-jaunâtre ou jaune clair, généralement friable, durci à quelques niveaux, renfermant des rognons espacés ou des bancs minces et peu étendus de silex gris clair. Il se termine à la base par des lits remplis, sur une épaisseur variable, de nodules phosphatés roulés de teinte brun foncé formant un poudingue parfois interrompu¹. Parfois un lit de ces nodules roulés divise en deux la masse du tuffeau.

L'âge du Tuffeau de Cibly a été autrefois l'objet de discussions assez vives. Longtemps considéré comme maestrichtien, il est aujourd'hui rangé dans le Montien. C'est que cette assise renferme en réalité deux faunes : une faune formée d'espèces crétaées assez abondantes, bien conservées avec leur test, mais remaniées et une faune montienne moins apparente, exclusivement représentée par des moules internes et des empreintes externes qui n'ont pu, on le conçoit, subsister que dans les parties durcies du tuffeau.

Voici d'ailleurs la coupe détaillée de l'assise, telle que la montre la carrière Caillaux. Nous les décrirons de haut en bas :

- | | |
|---|---------|
| 1. Tuffeau blanc-grisâtre, en bancs assez cohérents, renfermant des silex gris alignés en bancs interrompus ; peu fossilifère. | 6 m. 50 |
| 2. Mince couche de tuffeau blanc, séparée du tuffeau 1 par un mince lit limoniteux brun-jaunâtre. | 0 m. 15 |
| 3. Gravier de nodules phosphatés roulés, empâtés dans un tuffeau très cohérent, renfermant par place d'assez nombreux fossiles montiens à l'état de moules et d'empreintes. . | 0 m. 20 |
| 4. Tuffeau jaune, grenu, friable, durci par place, renfermant | |

1. On a autrefois tenté d'exploiter ce conglomérat phosphaté, mais sans succès, à cause de l'irrégularité de l'épaisseur de la couche et de la proportion des nodules.

quelques cailloux phosphatés épars et intercalant des lits pétris de Bryozoaires ¹, radioles de Cidarides, articles de *Bourgueticrinus*, etc. On trouve dans ce tuffeau, surtout dans les parties durcies, beaucoup de fossiles montiens à l'état d'empreintes et de moules : Pélécy-podes, Gastropodes notamment de grands Cérithes ², Nautilés, et quelques fossiles crétacés roulés..... 1 m. 25

5. Gravier de nodules phosphatés roulés, empâtés dans un tuffeau cohérent, avec moules de fossiles montiens et fossiles crétacés remaniés et roulés. En moyenne..... 0 m. 50

6. Tuffeau jaune, durci, présentant des canaux contournés et des nodules phosphatés épars, serrés vers la base. Il renferme, à côté de quelques moules de fossiles montiens, de nombreux débris d'Inocérames, des radioles de Cidarides et des Thécidées rares, paraissant roulées. Environ..... 0 m. 50

La Craie phosphatée de Cibly, au contact de la base du tuffeau, présente des traces de ravinement et, sur une épaisseur de 80 cm. environ, elle est cimentée par de la calcite secondaire en une roche très dure perforée de canaux larges de 3 à 5 cm., fortement contournés, remplis incomplètement d'une sorte d'argile ferrugineuse. Cette roche durcie renferme, parfois en grande abondance, des cailloux phosphatés roulés. Ces faits montrent que le sommet de la Craie phosphatée a été fortement remanié par la mer du tuffeau. Le durcissement est cependant antérieur au dépôt du Montien, puisque, parmi les cailloux de la base du tuffeau, on trouve des fragments roulés de la roche dure.

Dans l'état actuel des choses, on voit, dans la carrière, le Tuffeau de Cibly reposer directement sur la Craie phosphatée. Mais dans les tas d'anciens déblais, on trouve encore des débris d'une assise qui, à quelques décamètres plus au Nord, dans l'ancienne carrière des Gaïis, venait s'intercaler entre le Sénonien et le Montien. Il s'agit du *Tuffeau de Saint-Symphorien* ou *Tuffeau maestrichtien*. Il se présentait dans l'exploitation remblayée sous forme d'un tuffeau grossier, chargé de phosphate et renfermant divers fossiles crétacés (*Thecidea papillata*, etc.) sans trace de fossiles tertiaires. Dans le Nord de la carrière ancienne, ce tuffeau avait une épaisseur de 1 m. 50; mais il allait s'amincissant rapidement vers le Sud et se terminait bientôt en biseau,

1. Ces Bryozoaires, déterminés par le D^r Pergens, font partie de la faune remaniée maestrichtienne.

2. Le *Calcaire grossier de Cuesmes à grands Cérithes*, de F. L. Cornet et A. Briart, n'est pas une assise distincte. C'est l'affleurement, à Cuesmes, des bancs qui viennent d'être signalés. Voyez sur ces Cérithes : M. LERICHE, *Ann. Soc. roy. Zool. et Malacol. de Belgique*, t. XLVII, 1912, pp. 82-88.

tandis que le conglomérat de nodules phosphatés qui en forme la base se continuait encore pendant une courte distance pour se confondre bientôt avec celui de la base du Montien. Le banc durci du sommet de la Craie phosphatée passait sous le Tuffeau de Saint-Symphorien et celui-ci se trouvait également durci à son sommet et sous le tuffeau montien.

On comprend, par ce qui précède, que les fossiles crétacés qu'on trouve à l'état remanié dans le tuffeau montien ont été empruntés en grande partie à la Craie de Cibly et au tuffeau maestrichtien¹.

Ainsi donc, sur le petit espace occupé par la carrière Caillaux et l'ancienne carrière, on peut observer quatre discordances de stratification : entre la Craie de Spiennes et celle de Cibly, entre la Craie de Cibly et le tuffeau maestrichtien, entre celui-ci et le tuffeau montien, entre la Craie de Cibly et le tuffeau montien.

Au Sud de la carrière Caillaux, la transgression du Montien se poursuit et, les Craies de Spiennes et de Cibly se terminant en biseau, le Tuffeau de Cibly s'étend sur la Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*, dont le sommet est raviné et fortement durci.

Le tuffeau montien n'est recouvert dans la carrière Caillaux que d'une faible épaisseur de limon pléistocène remanié, surmontant, par places, de minces lambeaux de sable glauconifère landénien avec les cailloux caractéristiques de la base de l'étage. Ces dépôts superficiels pénètrent dans de petites poches de dissolution creusées dans la surface du tuffeau.

Avant de quitter la carrière Caillaux, rappelons que nous y avons observé quelques petites failles atteignant plusieurs mètres de rejet, postérieures au tuffeau montien. Certaines de ces failles sont anciennes (antérieures au Landénien) ; d'autres sont beaucoup plus récentes et paraissent dater de l'époque du creusement de la vallée voisine.

2. — TRANCHÉE A 450 MÈTRES A L'EST DE LA CARRIÈRE CAILLAUX².

Cette profonde tranchée part de la voie romaine et se prolonge

1. A environ 300 m. au S.S.W. de la carrière Caillaux, la Société géologique de France a visité, lors de sa réunion extraordinaire de 1874, une carrière ouverte pour l'exploitation du poudingue de la base du tuffeau montien. C'est là que l'on a pris le type du *poudingue de la Malogne*. C'est de là que proviennent la plupart des fossiles de Cibly que l'on trouve dans les anciennes collections. C'est un mélange de fossiles de la Craie de Cibly et du tuffeau maestrichtien avec quelques espèces montiennes.

2. Ou à 400 m. au S.S.E. du clocher de Cibly, tout près et à l'Est de la voie romaine.

par une galerie souterraine qui aboutit dans les vieilles carrières Saint-Gobain.

La paroi occidentale de la tranchée montre la coupe suivante dans des couches nettement inclinées au N.N.E. :

1. *Craie phosphatée de Cibly*, zone inférieure, très riche en silex sous forme de noyaux irréguliers, disposés par lits très rapprochés..... 6 m. 00
2. *Craie de Spiennes*, grisâtre, grossière, rugueuse, avec bancs de silex peu continus et cailloux phosphatés roulés à la base..... 5 m. 00
3. *Craie de Nouvelles*, blanche, à grain fin, fortement durcie au sommet, à surface supérieure ravinée et perforée. *Magas pumilus*. Visible sur..... 1 m. 00

Le contact de la Craie de Cibly sur celle de Spiennes se fait de la même façon que dans dans la carrière Caillaux ; on voit la roche phosphatée brune, parsemée de quelques cailloux phosphatés, pénétrer dans la Craie de Spiennes sous forme de prolongements ramifiés et contournés.

La Craie de Spiennes, dont la puissance normale atteint 45 à 50 m., est ici réduite à 5 m. à peine. A la carrière Caillaux, elle est plus mince encore, et plus à l'Ouest, à Cuesmes, la Craie de Cibly s'étend en transgression sur la Craie blanche de Nouvelles. Le contact se fait alors par l'intermédiaire d'un lit de cailloux phosphatés dit *poudingue de Cuesmes*, reposant sur la surface ravinée et durcie de la craie blanche. La transgression est déjà évidente dans la coupe que nous venons de décrire ; elle se confirme à la carrière Caillaux, où la zone *moyenne* de la Craie de Cibly repose sur la Craie de Spiennes. Dès que se manifeste la transgression, des cailloux roulés apparaissent à la base de la Craie phosphatée ; ils représentent le cordon littoral semé sur son chemin par la mer de la Craie de Cibly, pendant la transgression qui a suivi l'émersion momentanée et locale, postérieure au dépôt de la Craie de Spiennes.

Près de l'entrée de la tranchée, une faille, orientée perpendiculairement au sens de l'inclinaison des couches, rabaisse, du côté sud, la zone moyenne de la Craie phosphatée jusqu'au niveau de la Craie à *Magas pumilus*. Les deux parois de la faille sont séparées par une veine de silex.

3. — VIEILLES CARRIÈRES DE SAINT-GOBAIN¹

Ces exploitations, abandonnées et en partie remblayées, nous ont cependant encore montré une coupe très nette.

1. Le centre en est à 480 m. au S.E. du clocher de Cibly.

On y voit la Craie de Ciplly, zone moyenne sans silex, surmontant la zone inférieure à silex dont nous venons d'observer la base. Les couches sont inclinées vers le Nord.

Le Tuffeau de Saint-Symphorien (Maestrichtien) n'est pas visible.

Le Tuffeau de Ciplly (Montien), épais de 3 m. dans le Nord de la carrière, est nettement divisé en deux zones par un lit de cailloux roulés phosphatés et la zone inférieure présente au sommet un banc durci et perforé de tubulations contournées comme celui qui termine la Craie de Ciplly. Les deux zones du tuffeau, mais surtout l'inférieure, renferment dans leurs parties cohérentes de nombreux fossiles montiens mêlés à la faune crétacique remaniée. Le tuffeau supérieur renferme des lits de calcaire très grossier, présentant une analogie frappante avec le Calcaire de Mons type.

Le banc dur et perforé du sommet de la Craie de Ciplly est interrompu par place par ravinement et le tuffeau repose alors sur la craie phosphatée friable. Nous en concluons de nouveau (cf p. 768) que le durcissement du banc est antérieur au dépôt du tuffeau montien.

La coupe se termine en haut par quelques décimètres d'un sable argileux, glauconieux, vert foncé, représentant la base du Landénien marin, surmonté lui-même d'un limon pleistocène épais de 1 m. 80 et divisé en *ergeron* et *terre à briques*.

En suivant le tuffeau montien du Nord au Sud, on le voit s'amincir graduellement ; la couche supérieure déborde l'inférieure, puis elle se termine elle-même en biseau et la craie phosphatée est recouverte directement par le Landénien ou par le limon. On arrive là à une zone où la craie phosphatée n'est recouverte par aucune assise calcaire et que l'on peut suivre autour de Mons depuis le bois d'Havré jusqu'à Cuesmes, en passant par Saint-Symphorien, Spiennes, Mesvin et Ciplly. C'est la zone des *phosphates riches*, dont nous allons parler.

La carrière Saint-Gobain est traversée par une faille de faible rejet, orientée du N.W. au S.E. Cet accident n'intéresse que la Craie de Ciplly ; il ne se propage pas dans le tuffeau ni même dans le banc durci qui couronne la Craie phosphatée. On voit ce banc durci subir, au passage de la fracture, une brusque dénivellation sans cassure. Nous sommes donc en présence d'une faille antérieure au Montien et même à l'émersion qui a amené le durcissement du sommet de la Craie phosphatée.

4. — CARRIÈRE BERNARD ¹.

Cette carrière, voisine de la précédente, est située tout près et à l'Ouest de la chaussée de Mons à Maubeuge. La coupe ci-contre (fig. 27) est menée suivant une ligne parallèle à cette route, mais passant un peu plus à l'Est.

La carrière Bernard, en pleine exploitation, montre la zone inférieure à silex et la zone moyenne sans silex de la Craie de Cibly ; les fossiles y sont particulièrement abondants ². La Craie phosphatée est couronnée par le banc durci habituel et, dans la partie nord de la carrière, apparaît le Tuffeau de Cibly dont le conglomérat de base ravine le banc durci. Par suite de l'inclinaison des couches vers le Nord, l'épaisseur du tuffeau augmente rapidement dans le même sens. Cette coupe est parallèle à celle que nous venons de voir dans la carrière Saint-Gobain.

Au-dessus du tuffeau montien, on voit, par places, quelques décimètres de sable glauconifère landénien avec, à la base, un cailloutis de petits galets bien roulés de silex noir et de gros cailloux irréguliers verdis à la surface. Ceux-ci sont des éléments *locaux*, empruntés aux assises calcaires sous-jacentes ; les galets bien roulés sont d'origine plus lointaine ³.

Dans la partie de la carrière Bernard où le tuffeau n'existe pas, la craie phosphatée présente des traces de phénomènes d'altération très intéressants. La partie calcaire en a été dissoute par l'eau d'infiltration chargée d'acide carbonique et a laissé comme résidu une sorte de sable phosphaté brun atteignant une teneur en phosphate d'environ 65 p. 100 ; c'est le *phosphate riche* des industriels. Dans la région de Cibly, l'altération s'est faite d'une façon très irrégulière ; nulle ou superficielle en certains points, elle a pénétré ailleurs jusqu'à 8 mètres et davantage dans la craie phosphatée sous forme de *poches* coniques, à sommet inférieur, remplies de phosphate riche. Ce produit n'existe que là où la craie phosphatée affleure sous le Landénien ou sous le Pléistocène, c'est-à-dire en dehors de la limite de l'extension du tuffeau montien.

1. A 600 mètres à l'E.S.E. du clocher de Cibly.

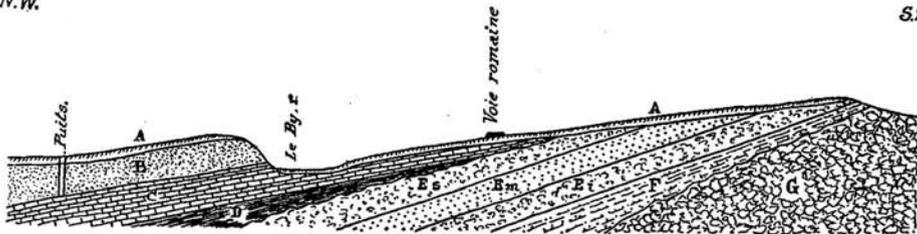
2. C'est dans une carrière située de l'autre côté de la chaussée de Maubeuge qu'a été découvert, en 1884, le squelette de *Hainosaurus Bernardi* qui se trouve au Musée de Bruxelles.

3. Nous n'avons pu voir à Cibly que des vestiges très altérés de Landénien reposant sur les assises crayeuses. Le temps ne nous a pas permis de nous rendre dans une carrière située à 400 mètres à l'Est de la carrière Bernard, où nous aurions vu le Landénien marin, sous forme d'un sable argileux cohérent gris clair, à gros grains de glauconie (le tuffeau landénien) reposant sur la Craie de Cibly. Ce tuffeau landénien, qui est une zone déjà assez élevée de l'étage, s'étend ici en transgression sur le Crétacé. On y rencontre *Pholadomya Konincki*, et on y a trouvé, en 1884, un ossement de *Gastornis Edwardsi*.

5. — SABLIÈRE DE LA FAVARTE ¹.

Quittant la carrière Bernard, nous nous sommes dirigés vers le N.N.W. en suivant la chaussée de Maubeuge, parallèlement au plan de la coupe (fig. 27); après avoir traversé le vallon du By, nous sommes arrivés à une petite sablière située à côté du chemin de Bavai, au point B' de la figure 26. On y exploite du sable à grain assez fin, très glauconifère, appartenant au Landénien marin et d'un niveau situé à plusieurs mètres au-dessus du *tuffeau* landénien mais notablement inférieur à celui que nous allons voir à l'Eribus. Ce sable est surmonté de limon pléistocène (ergeron et terre à briques) présentant à la base un cailloutis de silex, d'épaisseur très variable et ravinant fortement les sables landéniens. Dans ce cailloutis, on a rencontré des ossements de Mammouth.

N.N.W.



S.S.E.

FIG. 27. — COUPE MENÉE A CIPLY, parallèlement à la chaussée de Mons à Maubeuge. A, Pléistocène; B, Landénien inf.; C, Montien (Tuffeau de Ciplý); D, Maestrichtien (Tuffeau de Saint-Symphorien); Es, Em, Ei, Craie phosphatée de Ciplý, divisée en trois zones; F, Craie de Spiennes; G, Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*.

Le sable landénien, que le limon pléistocène ne peut protéger contre l'action des eaux météoriques, est altéré, plus ou moins bruni.

6. — TRANCHÉE AU SUD DE L'ERIBUS.

A 600 mètres au Nord de la sablière, commence à s'élever la pente de la colline de l'Eribus (voir la coupe fig. 26). Au pied de ce versant se trouve une nouvelle houillère (point C, fig. 26) dont les puits ont atteint le terrain houiller à la profondeur de 320 mètres, la cote de l'orifice étant + 45. Notre coupe, figure 26, indique d'une façon suffisamment claire la pente sud-nord des

1. Située à 450 mètres au Nord du clocher de Ciplý.

couches crétacées et de la surface du terrain houiller depuis Cibly jusqu'à l'Eribus. La coupe, figure 28, croise la précédente de l'Ouest à l'Est ¹.

Dans le but d'aplanir le terrain aux abords de la houillère, on a récemment entamé, un peu au Nord des puits, la base de la colline de l'Eribus et l'on a mis à jour le contact de l'argile yprésienne sur le sable landénien marin. Le Landénien est représenté par un sable à grain moyen gris, clair un peu vert, relativement pauvre en glauconie, sans trace d'argile, qui occupe dans le pays la partie la plus élevée du Landénien marin. Il est absolument dépourvu de fossiles.

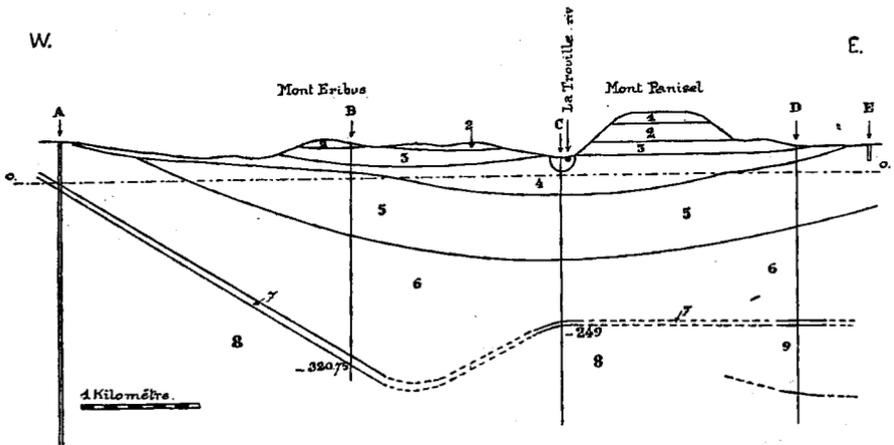


FIG. 28. — COUPE E.-W., PASSANT PAR LE MONT PANISEL ET LE MONT ERIBUS. — Les hauteurs sont exagérées 5 fois.

1, Panisélien ; 2, Yprésien sup. ; 3, Yprésien inf. ; 4, Landénien inf. ; 5, Montien et Maestrichtien ; 6, Sénonien ; 7, Turonien (y compris, peut-être, localement, la zone à *Actinocamax plenus*) ; 8, Houiller ; 9, Calcaire carbonifère (charrié sur le Houiller). — A, Puits n° 14 des charbonnages du Levant du Fleim ; B, Sondage de l'Eribus, n° 2 ; C, Sondage d'Hyon ; D, Sondage de Saint-Symphorien ; E, Puits domestique.

L'argile yprésienne est bleuâtre foncé, brunâtre à la surface par altération ; elle est constituée par une alternance de lits plus ou moins plastiques ou plus ou moins sableux. En fait de fossiles, à part de rares dents de Poissons qui ont été trouvées à la base et qui sont probablement remaniées du Landénien, on n'y rencontre guère que des blocs de bois lignifiés, imprégnés de pyrite, où E. Coemans a cru reconnaître autrefois les genres

1. Le point D de la figure 26 correspond au point B de la figure 28.

Quercinium et *Ficus*. Ces bois sont généralement perforés de canaux de Tarets, ce qui semble indiquer qu'ils ont flotté dans la mer qui a déposé l'argile et qu'ils sont bien yprésiens.

Cette coupe montre donc l'Yprésien reposant directement sur le Landénien marin. Il n'en est pas partout de même dans notre région. Dans certains sondages du fond de la vallée de la Haine, aux environs de Saint-Ghislain, les sables que nous avons ici sous les yeux deviennent vers le haut de plus en plus pauvres en glauconie et passent à des sables blancs avec noyaux de grès-quartzites blancs; vers la partie supérieure des sables blancs, existe une couche de lignite, dont l'épaisseur atteint 5 mètres. Ces sables blancs avec noyaux de grès blancs et lignites appartiennent au *Landénien supérieur*. Ce sont les *sables d'Ostricourt* de M. Gosselet. Dans la partie profonde du synclinal de la Haine, le Landénien supérieur, continental, repose donc sur l'inférieur sans ravinement intermédiaire sensible. Il n'en est pas de même en dehors de la vallée; on voit les sables blancs raviner fortement le Landénien marin, ou même, comme nous le constaterons à Leval-Trahegnies, reposer directement sur la surface, très accidentée, du terrain crétacé.

Le sable vert clair de l'Eribus recouvert par l'argile yprésienne, représente la partie la plus élevée du Landénien marin¹. Dans le creusement de la houillère de l'Eribus, de même que dans deux sondages voisins, on a pu constater que ces sables deviennent, vers le bas, plus riches en glauconie (= sable de la Favarte), puis qu'ils se chargent d'un peu d'argile et passent finalement à un sable argileux cohérent représentant le tuffeau à *Pholadomya Konincki*. Celui-ci se termine à la base par un cailloutis reposant directement sur le Montien. La zone inférieure du Landénien marin fait défaut à l'Eribus comme à Cibly et à Mesvin. Mais un peu plus au Nord, sous le tuffeau à *Ph. Konincki*, s'intercalent des sables extrêmement glauconieux, très argileux, calcarifères, renfermant *Cyprina Morrisi* et dont les couches les plus inférieures, dans le fond de la vallée de la Haine, consistent en une véritable *marne* glauconieuse gris vert. La *disposition transgressive* du Landénien marin, depuis le fond du synclinal de la Haine jusqu'aux hauteurs de Cibly, apparaît donc très nettement. J'ajouterai qu'elle se continue plus au Sud, où les sables supérieures au tuffeau viennent reposer directement sur les terrains plus anciens.

1. On sait que M. Gosselet, de même que Dumont, les ont classés dans le Landénien supérieur.

7. — EXPLOITATIONS DE L'ÉRIBUS.

La nuit tombait lorsque nous arrivâmes aux grandes exploitations d'argile et de sable qui sont au pied du versant occidental de l'Éribus ; aussi n'y pûmes-nous jeter qu'un coup d'œil d'ensemble. L'excavation entame la colline sur une hauteur de 15 mètres environ et montre, sur une plus grande puissance qu'au point précédent, l'argile yprésienne et le sable du sommet du Landénien marin ; le contact des deux assises plonge nettement au Nord. On remarque qu'au contact du Landénien, la base de l'argile, sur une hauteur de 50 à 75 centimètres, est brunie ou rougie, par suite de l'oxydation du sulfure de fer finement divisé qui lui donne à l'état normal sa teinte gris bleu. Ce phénomène ne peut être dû qu'à l'action de l'eau souterraine peu chargée d'oxygène qui a circulé à l'état de nappe captive dans le sable landénien, à l'époque où la topographie du pays était toute différente. Le sulfure de fer de l'argile s'est décomposé, alors que la glauconie du Landénien, beaucoup plus stable, a résisté en l'absence d'oxygène en excès. Cette couche oxydée de la base de l'Yprésien a été rencontrée partout où l'on a pu observer le contact.

8. — SABLIERE SUPÉRIEURE DE L'ÉRIBUS.

Sur le versant nord de l'Éribus, le long de la route de Cuesmes à Mons, une petite sablière nous a permis de constater la présence du sable à *N. planulatus-elegans* qui forme dans notre région la partie supérieure de l'Yprésien. C'est un sable fin, glauconifère, légèrement pailleté de mica ; il est d'un beau vert dans les sondages, mais toujours brun au voisinage de la surface du sol. Une petite sablière nouvellement ouverte en contrebas de la route, montre deux minces lits de Nummulites.

Le sable yprésien de Mons renferme plusieurs zones de sable argileux et même d'une véritable argile, bien distincte de celle que nous venons de voir à la base de l'étage. A part les Nummulites, on n'a trouvé à Mons dans l'Yprésien supérieur que quelques exemplaires de *Turritella Solanderi* et un *Dentalium*.

Disons, pour finir, que le sable yprésien atteint au voisinage de l'Éribus une épaisseur de 20 mètres ; quant à l'argile, sa puissance varie de 16 à 27 mètres. Nous avons cru d'ailleurs remarquer, d'après l'étude des sondages, que l'épaisseur relative des deux assises varie de place en place.

En regagnant Mons, nous sommes passés à côté de l'emplace-

ment du sondage de Bertaimont (fig. 26, point E) où la base de l'Yprésien a été atteinte à la cote — 17, 50, alors que nous l'avons vue à + 50 au pied du versant sud de la colline de l'Eribus. La pente des couches tertiaires du flanc sud du synclinal de la Maine est donc à 23 m. 20 par kilomètre.

M. Depéret fait une communication sur les méthodes de classification des étages éocènes et sur les faunes de Mammifères du Bassin de Paris¹.

1. M. Depéret a dû renoncer à développer sa communication dans le Compte rendu de la Réunion.



Séance du mercredi 4 septembre 1912

PRÉSIDENTE DE M. LERICHE, PUIS DE M. DEPÉRET.

La séance est ouverte à 20 h. 30, dans la salle des fêtes de l'Hôtel de l'Espérance, à Bruxelles.

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

M. Leriche rend compte des excursions des 3 et 4 septembre.

M. Leriche. — *Excursion du mardi 3 septembre, à Leval-Trahegnies.*

La Société prend à 7 h. 20 le train de Charleroi.

La voie ferrée quitte la vallée de la Haine, contourne, à l'Est et au Sud, le Mont Eribus, puis franchit successivement le ruisseau d'Asquillies, le ruisseau de Nouvelles et leur collecteur, la Trouille, qui va porter leurs eaux à la Haine. Après avoir traversé la Trouille, la voie ferrée s'engage dans les tranchées d'Harmignies, ouvertes dans des craies blanches appartenant aux assises, de plus en plus anciennes, de Spiennes, de Nouvelles et d'Obourg (Sénonien supérieur, à *Belemnitella mucronata*). Ces craies sont activement exploitées le long de la voie, pour la fabrication de la chaux et du ciment.

A la sortie de la station d'Harmignies, la voie ferrée s'élève sur le plateau, où l'on voit apparaître tous les caractères du paysage de craie : un relief peu accusé, formé de larges ondulations, séparées par des vallons secs ; un pays découvert, dépourvu de toute végétation arborescente et entièrement livré à la culture des céréales et de la betterave.

Au sommet du plateau, au delà de Vellereille-le-Sec, la vue embrasse, vers le Nord, toute la vallée de la Haine, dans laquelle s'éparpillent les nombreux terris des charbonnages du Bassin du Centre.

A Estinnes-au-Mont, un changement brusque s'opère dans le paysage. La craie a disparu ; les grès et les schistes du Dévonien inférieur (Coblentzien) du bord septentrional du Bassin de Dinant affleurent et forment le « massif de Binche ». Les bois apparaissent, l'eau coule dans les vallons ; le pays prend un caractère ardennais.

A Binche, la voie sort du massif primaire, pour rentrer dans la région crayeuse.

A la descente du train, à Leval, on voit la craie blanche apparaître dans d'anciennes carrières ; elle appartient à l'assise de Saint-Vaast (= Sénonien inférieur, à Micrasters). On la voyait, il y a quelques années, surmontée par le tuffeau landénien, peu épais¹, dont on retrouve, çà et là, de petits blocs épars. Ce tuffeau supporte les sables glauconifères du Landénien marin, qui sont encore exploités à l'Est de la station.



FIG. 29. — COUPE MONTRANT L'ALLURE DU LANDÉNIEN CONTINENTAL à la périphérie du Bassin belge (Leval-Trahegnies).

T, Turonien supérieur : craie grise de Maizières ; S, Sénonien inférieur : craie blanche de Saint-Vaast ; L₁, Landénien marin ; à la base, argile rapportée au Montien, remplissant des poches de dissolution de la craie ; L₂, Landénien continental : L_{2a}, Argile à végétaux ; L_{2b}, Sables fluviatiles ; Y, Yprésien : 1, Sable glauconifère ; 2, Argile ; 3, Sable ; B, Bruxellien : Sable avec concrétions gréseuses, irrégulières.

De la gare, on se rend à la grande sablière de La Courte. En ce point, on se trouve à une altitude supérieure, de quelques mètres seulement, à celle du contact de la Craie et du Landénien marin, près de la station de Leval. On est cependant en présence d'une sablière profonde de 20 mètres, dans laquelle on exploite des sables blancs, à stratification très nettement entrecroisée (fig. 29). Ces sables sont surmontés par des argiles noires, ligniteuses, de plusieurs mètres d'épaisseur. L'exploitation s'arrête, à la partie inférieure, à un cailloutis fluvatile, formé de silex de la Craie². Les sondages qui ont été faits et les coupes qui ont été relevées dans une sablière voisine, actuellement abandonnée³, montrent que ces sables comblent des chenaux

1. Entre le Tuffeau et la Craie, se trouvaient des argiles de 2 à 4 mètres d'épaisseur, que M. Rutot avait attribuées au Montien. Les argiles et le Landénien marin descendaient dans des poches de dissolution de la craie.

2. D'après des renseignements fournis par le contremaître de la sablière, ce cailloutis aurait été traversé sur 2 m. 50 d'épaisseur ; il reposerait sur une argile verte, entamée sur 1 m. C'est seulement au-dessous de cette argile que viendrait la Craie.

3. M. Rutot a publié la coupe de cette sablière. Voir A. Rutot, Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, dans le Hainaut et aux environs de Bruxelles (du 23 au 27 août 1902). *Bull. Soc. belge de Géol. Paléontol., Hydrol.*, t. XVII, Mém. p. 421-423, 427-430 ; 1903. — Le faciès sparnacien du Landénien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies. *Ibidem*, t. XVIII, 1904, Proc.-verb., p. 236-237.

creusés dans la Craie, et présentent ainsi l'allure de dépôts fluviatiles. C'est là le caractère du Landénien dit supérieur, à la périphérie du Bassin belge : au Nord du Vermandois, dans le Cambrésis, le Hainaut et la Hesbaye. Il ravine le Landénien marin et s'enfonce plus ou moins profondément dans la Craie.

Quittant la sablière de La Courte, on gagne le « Trieu-de-Leval ». Les argiles noires, avec lignite, observées au sommet de la sablière de La Courte deviennent ici plus puissantes et reposent directement sur la Craie (fig. 29)¹. Elles ont fourni : 1° une flore, étudiée par M. Marty, où domine *Dryophyllum levalense* MARTY ; 2° un *Unio* ; 3° des morceaux de résine avec Insectes ; 4° un *Trionyx* (*T. levalensis* DOLLO) ; 5° des ossements de *Coryphodon eocænus* OWEN.

Ces argiles sont surmontées par l'Yprésien, qui présente ici un faciès particulier, dû à la proximité du rivage de la mer yprésienne. Il est formé par un sable glauconifère, gris noirâtre et légèrement argileux à la base, devenant ensuite plus clair et verdâtre. Il renferme de petits filets d'argile verdâtre et des concrétions gréseuses, irrégulières ou en plaquettes, dans lesquelles on trouve communément *Leda Corneti*.

La Société prend à Leval un train qui la ramène à Mons, à midi.

M. Depéret fait observer que l'existence bien constatée à la sablière de La Courte d'un thalweg de rivière d'âge sparnacien, creusé à 20 mètres en contrebas du Landénien marin, implique forcément un abaissement du niveau de base marin au moins de cette valeur ; et une régression qui explique fort bien l'érosion du Sparnacien sur la partie orientale du bassin belge.

Il ajoute que la double découverte de débris importants de Mammifères sparnaciens à Erquelines et au Trieu de Leval permet d'espérer du bassin belge une documentation précieuse sur la faune encore si incomplètement connue de cet horizon.

M. le général de Lamothe fait remarquer que la structure des sables de La Courte rappelle complètement celle des dunes actuelles et aussi celle des dunes anciennes qu'il a observées en Algérie et il pense que l'explication la plus satisfaisante que l'on puisse donner des faits observés, consiste à considérer ces sables comme un lambeau d'une dune littorale du Landénien supérieur.

1. Ces argiles ont été rapportées par M. Rutot au Montien, par suite de leur analogie avec les argiles trouvées anciennement près de la gare de Leval, entre le Landénien marin et la Craie.

L'hypothèse d'une origine marine n'est guère admissible. Aux arguments topographiques invoqués par M. Leriche contre cette origine, on peut ajouter les considérations ci-après. Le dépôt est constitué exclusivement sur près de 20 mètres de hauteur par des couches de sables fins, minces, continues, et plongeant dans la même direction sous un angle de près de 30°. Étant donnée la très faible inclinaison des plateformes d'abrasion successive du Tertiaire belge, l'accumulation près du rivage et sur une épaisseur aussi considérable, de couches régulièrement et fortement inclinées, ne pourrait guère s'expliquer qu'en admettant l'existence d'un delta sur l'emplacement de la sablière. Mais, dans ce cas, le dépôt ne serait pas exclusivement formé de sables fins : on y verrait des intercalations graveleuses. La présence d'une nappe horizontale de cailloutis à la base même des sables ne peut laisser aucun doute à cet égard. Enfin, il est très probable que l'on y trouverait des traces de fossiles marins ou terrestres.

L'hypothèse de l'intervention exclusive des eaux courantes paraît devoir être également écartée. Elle conduirait à admettre que les sables se sont déposés dans un cours d'eau ou dans une lagune littorale de 10-15 mètres de profondeur. L'existence d'un cours d'eau aussi profond est peu vraisemblable ; et, d'ailleurs, dans les deux cas, on se heurte à la même objection que pour les deltas marins, l'absence d'intercalations graveleuses.

L'hypothèse éolienne échappe à ces diverses objections, surtout si l'on suppose que les sables ont été accumulés par les vents dominants, à une petite distance du rivage et au voisinage de l'embouchure d'un cours d'eau. La régularité et la forte inclinaison des couches, ainsi que l'absence de coquilles marines ou terrestres s'expliquent naturellement ; les lits charbonneux sont les résidus des végétaux qui couvriraient la dune aux divers stades de sa croissance ; enfin, l'argile et les lignites de la partie supérieure représentent des dépôts lagunaires formés pendant le mouvement positif qui a mis fin au Landénien supérieur.

Si cette interprétation était reconnue exacte, il serait très intéressant de déterminer avec précision la direction du plongement des sables landéniens dans différents gisements. On pourrait peut-être déduire de cette détermination des conclusions au point de vue de la direction des vents dominants à l'époque du Landénien supérieur, ainsi que je l'ai fait pour le Postpliocène algérien.

M. Leriche donne lecture du compte rendu de l'excursion faite au Mont Panisel, dans l'après-midi du 3 septembre.

J. Cornet. — *Excursion du mardi 3 septembre, au Mont Panisel.*

La seconde partie de la journée du 3 septembre était consacrée à une visite au Mont Panisel, où André Dumont prit, en 1831, le type de son étage panisélien.

De Mons, on se rend à Hyon par le chemin de fer vicinal. Ayant d'atteindre ce village, on roule dans la plaine d'alluvions de la Trouille et l'on voit du côté de l'Est, le Mont Panisel s'élever brusquement en une colline double (fig. 30). Les deux collines sont séparées par le vallon de l'Ermitage, où elles descendent une pente assez douce ; des côtés opposés au vallon, au Sud et au Nord, la pente des deux collines est beaucoup plus escarpée.

Les couches qui constituent le Mont Panisel forment un pli synclinal dont l'axe correspond au thalweg du vallon de l'Ermitage et qui est le prolongement du synclinal dont nous avons hier étudié le flanc méridional (fig. 26).

Du côté de l'Ouest, l'ensemble du Mont Panisel descend rapidement vers les alluvions de la Trouille. Vers l'Est, au contraire, il se relie au plateau du Sud d'Havré par une pente graduelle et il apparaît, vu de ce côté, comme une élévation peu accentuée. Ces caractères topographiques sont la répercussion de la structure du sous-sol. En effet, le synclinal tertiaire, très prononcé dans la coupe nord-sud qui passe par le sommet du Mont Panisel (fig. 30) s'atténue rapidement plus à l'Est, s'ouvre en éventail et devient peu sensible après quelques kilomètres.

Au village d'Hyon, tout près du pied de la colline sud, nous sommes passés devant la tour d'un sondage minier où le travail venait de commencer. Depuis notre visite, le trépan a atteint le terrain houiller. Nous croyons intéressant de donner ici la coupe des terrains qu'il a traversés :

Alluvions modernes.....	9 m. 80
Sables graviers pléistocènes.....	14 m. 20
Landénien marin.....	38 m. 00
Montien et Maestrichtien.....	100 m. 00
Craies de Cibly et de Spiennes.....	46 m. 00
Craie blanche sénonienne.....	81 m. 00
Turonien.....	6 m. 80
Terrain houiller à.....	285 m. 80

Le sondage d'Hyon nous a fourni un des éléments les plus intéressants de la coupe de la figure 28. Cette coupe, orientée de l'Est à l'Ouest, croise à peu près à angle droit celle qui est représentée dans la figure 26. Le croisement des deux coupes se fait au sondage n° 2 de l'Eribus (point B de la figure 28 et point D de la figure 26)¹.

Comme le montrent les figures 28 et 30, la base du Mont Pani-

1. On voudra bien noter que les deux coupes ne sont pas à la même échelle.

sel est constituée par l'argile yprésienne, reposant sur le sable landénien traversé par le sondage. En s'élevant par un chemin creux qui part du voisinage de la Trouille (cote 36) et se dirige vers l'Est, on ne s'aperçoit de l'existence de l'argile que grâce à l'état boueux du sol. Un peu plus haut, vers la cote 60, quelques trous creusés au bas du talus nous montrent le sable yprésien, fin, pulvérulent à l'état sec, un peu pailleté de mica, brunâtre par altération. Ce sable n'est pas en place ; sa présence à cette cote est due à un glissement sur la pente.

Nous n'avons pu retrouver le lit à Nummulites qui se trouve dans le sable yprésien vers la cote 75 et nous n'avons pas revu davantage le contact du Panisélien sur l'Yprésien qui a été observé vers la cote 90 par nos prédécesseurs de la réunion extraordinaire de 1874.

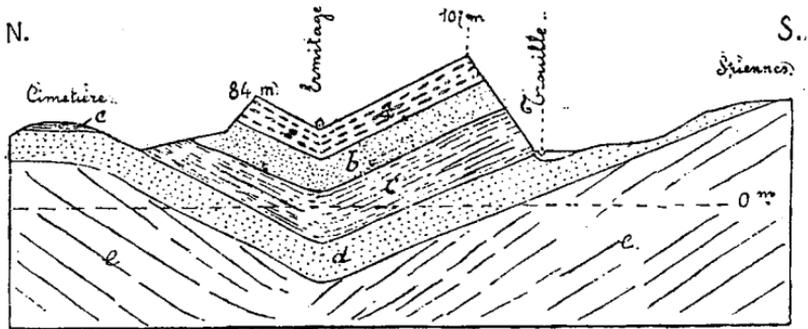


FIG. 30. — COUPE N.-S., DE SPIENNES AU CIMETIÈRE DE MONS, passant par le Mont Panisel.

a, Panisélien ; b, Yprésien sup. ; c, Yprésien inf. ; d, Landénien inf. ; e, Montien et Crétacé.

Parvenus sur le plateau qui couronne le Mont Panisel (point culminant à la cote 107), nous avons constaté la présence de galets de silex bien roulés, fortement patinés, remarquables par la Société en 1874 et qui représentent, d'après l'auteur de ce compte rendu, les vestiges de sédiments pliocènes inférieurs (Diestien). Nous avons pu retrouver aussi quelques fragments de ces grès jaunes fossilifères que l'on rencontre çà et là dans le bassin de la Haine et qui sont, comme M. Gosselet et Albert de Lapparent l'ont suggéré lors de l'excursion de 1874, des traces de l'existence de l'assise à *Nummulites lævigatus*.

En suivant le chemin creux qui, du sommet de la colline, descend vers le vallon de l'Ermitage, nous avons observé en plusieurs points la zone supérieure du Panisélien du Mont Pani-

sel. Elle consiste en sables glauconifères renfermant quelques bancs de grès verts lustrés sur la cassure. Ces grès sont fossilifères ; on y trouve notamment *Pinna margaritacea*, *Cardium porulosum*, *Cardita planicosta*, *Turritella imbricata*. L'inclinaison des bancs de grès vers le Nord est bien visible.

Un petit détour vers l'Ouest par un chemin creux perpendiculaire au précédent, nous a permis de voir un affleurement des sables argileux glauconifères avec bancs de grès argileux fossilifères, qui constituent ici la partie inférieure du Panisélien.

Nous nous sommes dirigés ensuite vers le vallon de l'Ermitage et de là nous avons regagné la ville de Mons.

De retour à Mons, la Société prend bientôt le train pour Bruxelles.

La voie ferrée traverse la Haine et s'élève obliquement, suivant une direction N.W., sur le flanc septentrional de la vallée. Au delà de Nimy, elle traverse, en tranchée, une butte formée par les sables landéniens, puis court un instant sur la craie.

A Ghlin, au point où elle commence à décrire sa courbe pour passer de la direction N.W. à la direction N.E., le regard domine toute la vallée de la Haine, et voit se dresser les terris coniques des charbonnages du Couchant de Mons.

Entre Ghlin et Erbisœul, la voie pénètre de nouveau dans des tranchées, où apparaissent, en très minces lits, les schistes siliceux et les phanites du Houiller inférieur du bord septentrional du Bassin de Namur.

La voie atteint bientôt le sommet du plateau qui, brusquement coupé par la vallée de la Haine, plonge au contraire doucement vers la Flandre. Le sol, humide, est formé par l'argile yprésienne qui, par l'intermédiaire d'une nappe peu épaisse de sables landéniens, repose sur le Calcaire carbonifère du flanc nord du Bassin de Namur. Le Calcaire carbonifère, encrinétique (petit granite), est activement exploité à Soignies, dans de vastes carrières que longe la voie ferrée.

A partir de Braine-le-Comte, la voie court parallèlement à une longue colline boisée (bois de la Houssière) qui apparaît à l'Est et qui est couronnée par les sables bruxelliens. C'est l'outlier le plus occidental de la grande nappe bruxellienne du Brabant. Cette colline envoie vers l'Ouest une digitation, dans la constitution de laquelle n'entrent que l'argile et le sable yprésiens, et que la voie traverse en tunnel, au Nord de Braine-le-Comte.

A la sortie du tunnel, on atteint la tête de la vallée du Coercq, affluent de la Senne. Cette vallée entame bientôt le soubassement

primaire. Il apparaît dans les tranchées de la gare d'Hennuyères. Il est formé par des schistes siluriens, fortement redressés, puis par des quartzophyllades cambriens, que l'on observe entre Hennuyères et Tubize, dans une petite carrière abandonnée, située à droite et contre la voie ferrée.

A Tubize, la Senne de Quenast, le ruisseau de Coercq et la Sennette se réunissent pour former la Senne de Hal et de Bruxelles, dont on suit la rive gauche jusqu'à Hal. Çà et là, apparaît, sous les nappes horizontales, yprésienne et landénienne, le soubassement primaire, formé de schistes et de quartzites cambriens fortement redressés.

A Buysinghen, la Senne cesse d'atteindre ce soubassement et coule sur les terrains tertiaires : brusquement la vallée s'élargit et la voie ferrée court sur son fond plat et marécageux. On voit bientôt la vallée bordée à l'Est par les hauteurs boisées qui forment le rebord du plateau du Brabant, et que l'on étudiera dans la matinée du lendemain.

M. Leriche. — *Excursion du mercredi 4 septembre, à Forest, Uccle et Jette.*

La matinée fut consacrée à l'étude de l'Yprésien et de l'Éocène moyen (Bruxellien et Ledien) du Brabant, au Sud de Bruxelles, à Forest et à Uccle.

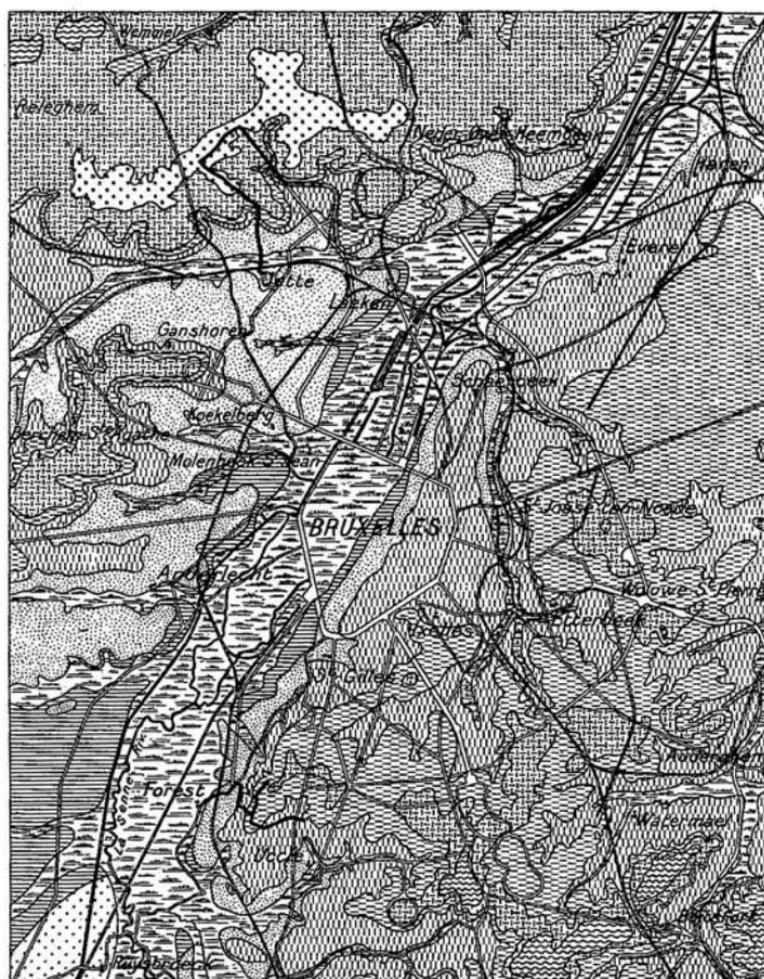
Le tramway qui nous mène de Bruxelles à Forest longe la vallée de la Senne, dont les alluvions récentes reposent sur l'argile yprésienne (fig. 31).

Descendus à la Maison communale de Forest, nous nous dirigeons vers l'Est, pour nous élever sur le flanc droit de la vallée, où affleurent successivement les assises éocènes qui entrent dans la constitution du sol du Brabant (fig. 32).

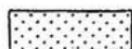
La première formation qui apparaît est l'assise sableuse de l'Yprésien supérieur. Elle est bien visible dans le talus qui borde la cour de l'école Saint-Denis [1]¹. Elle est constituée par un sable très fin, glauconifère, gris verdâtre, dans lequel sont intercalés des lits d'argile verdâtre et de petits filets calcaires, formés presque exclusivement de *Nummulites planulatus-elegans*.

Le talus qui borde la future avenue d'Huart, destinée à relier Forest à Uccle, montre, en plusieurs points, le contact du Bruxellien et de l'Yprésien. Le sommet de l'Yprésien est jauni par l'altération de la glauconie. Le gravier de base du Bruxellien

1. Les numéros placés entre crochets sont reproduits sur les cartes, où ils indiquent l'emplacement des points observés.



Échelle 1:20000
0 1 2 3 4 5 Km



Landénien.



Yprésien
inférieur.



Yprésien
supérieur.



Bruxellien.



Ledien.



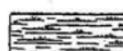
Bartonien.



Tongrien.



Diestien.



Alluvions
récentes.

FIG. 31. — CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE BRUXELLES
faite en utilisant les tracés de la Carte géologique de Belgique à 1/40000.
Les itinéraires sont indiqués par les gros traits noirs.

est ici fort réduit, par suite de l'absence de roches dures dans l'Yprésien. Ses éléments sont de gros grains de quartz et des fossiles roulés (dents de Squales, Turritelles, etc.), provenant de l'Yprésien¹.

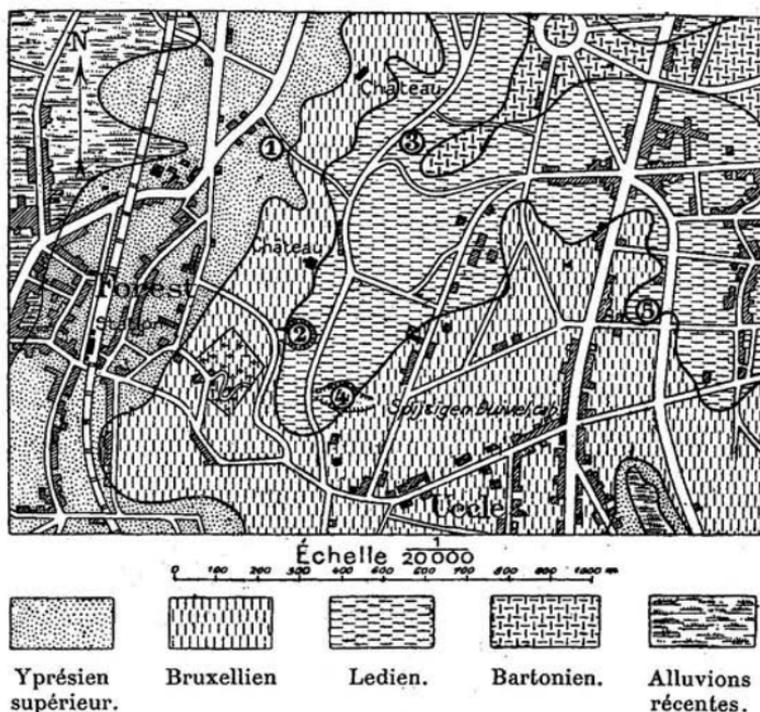


FIG. 32. — CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE FOREST ET D'UCCLE faite en utilisant les tracés de la Carte géologique de Belgique à 1/40000.

Le Panisélien et le Bruxellien de la Carte géologique sont réunis sous le nom de Bruxellien. Cette observation s'étend aux figures 32 et 36, dans lesquelles le Laekenien et le Ledien sont réunis sous le nom de Ledien, le Wemmélien et l'Asschien, sous le nom de Bartonien.

La percée de l'avenue d'Huart, à travers la colline qui sépare la vallée de la Senne du vallon d'Uccle, est préparée par une série de sablières, dont la plus occidentale (sabl. Ost)[2] (fig. 33), très profonde, montre le Bruxellien sur toute son épaisseur. Celui-ci est formé par des sables blancs, quartzeux, dont la stratification est entrecroisée, et qui renferment de nombreux grès fistuleux. A leur partie supérieure, s'intercalent des len-

1. Un peu plus au Sud, à Calevoet, ce gravier de base était bien visible, il y a peu de temps encore, avant le remblai de la sablière (pl. XXVIII, fig. 2). Il était formé d'abondantes dents de Squales et de nombreuses carapaces de Crustacés, roulées et provenant, par remaniement, de l'Yprésien.

tilles, parfois épaisses, d'un sable calcarifère, avec lits discontinus et horizontaux de grès calcarifère. C'est là une disposition un peu anormale pour les environs de Bruxelles, où le Bruxellien comporte généralement deux assises très nettes et régulières : une assise inférieure de sables quartzeux ; une assise supérieure de sable calcarifère.

Une autre particularité du Bruxellien, à Forest, est la présence, sur toute l'épaisseur des sables quartzeux, de lentilles d'un calcaire marneux, blanc crème, que l'on trouve parfois à Bruxelles (fondations de la nouvelle Caisse des Reports) et dans les environs immédiats [Calevoet (pl. XXVIII, fig. 2)], à la base du Bruxellien. De nombreuses lentilles de calcaire marneux ont dû être détruites, peu après leur dépôt, par le mouvement des vagues ; elles ont fourni les éléments d'une brèche, à pâte gréseuse, que l'on observe, à Forest, sur toute l'épaisseur des sables quartzeux.

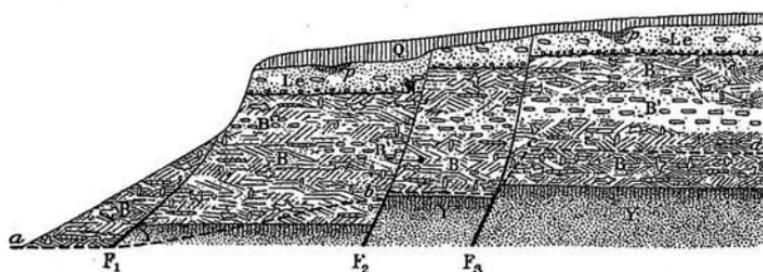


FIG. 33. — COUPE DE LA GRANDE SABLIERE DE FOREST (sablrière Ost).

B, Bruxellien quartzueux ; B', Bruxellien calcarifère ; Le, Liedien, avec poches de sable décalcifié (*p*) ; Q, Limon quaternaire ; Y, Yprésien supérieur ; F₁, F₂, F₃, Failles de glissement. La ligne de traits *a, b, c, d*, marque le fond de la sablière.

La sablière Ost montre nettement un phénomène que l'on constate fréquemment, en terrains meubles, sur les versants des vallées ou sur les flancs des collines. Des paquets de sédiments se détachent et glissent lentement, déterminant la formation de pseudo-failles. C'est à de pareils glissements que sont dues les pseudo-failles en escalier (fig. 33, F₁, F₂, F₃) que l'on observe dans la sablière de Forest, et qui abaissent le Bruxellien au niveau de l'Yprésien.

Le Liedien, avec son gravier de base, apparaît au sommet de la sablière. Il est difficilement accessible, mais il est largement exposé dans le chemin creux (rue au Bois) [3] qui se dirige vers le Parc de Saint-Gilles. On y trouve, en très grande abondance, *Nummulites variolarius* et des tubes de *Ditrupa*.

Retournant sur ses pas, on continue à suivre le tracé de la

future avenue d'Huart. Les sablières qui le marquent [4] sont ouvertes dans des sables quartzeux, bruxelliens, riches en *Ostrea cymbula* LAMK. Au point le plus élevé des sablières, ces sables supportent la base du Lédien, dont on peut étudier tous les caractères. Le gravier de base du Lédien est formé 1° de gros grains de quartz arrondis, 2° de galets perforés d'un grès calcaire, à *Nummulites lævigatus-Lamarcki*, et de *Nummulites lævigatus-Lamarcki* isolés et roulés, provenant du démantèlement, par la mer ledienne, de la seconde assise du Lutétien. Dans ce gravier, on trouve déjà, à profusion, *Nummulites variolarius*.



FIG. 34. — « LA MONTAGNE », à Uccle, vue de l'Ouest.

B, Grès ferrugineux, bruxellien formant escarpement; L, Sables calcaires, lediens; Q, Limon quaternaire.

On gagne la chaussée d'Alsemberg, et un peu à l'Est de celle-ci — au point de croisement de l'avenue de Bellevue et de l'avenue Coghen — une butte « la Montagne » [5], dernier vestige d'immenses carrières, montre la superposition du Lédien au Bruxellien (pl. XXVIII, fig. 1). Le Bruxellien a repris ici sa composition normale. Il est formé d'une masse inférieure de sables blancs, quartzeux, surmontée d'une masse de sables calcaires avec bancs discontinus et horizontaux de grès calcaires. La masse supérieure est seule visible aujourd'hui; à l'Ouest de la butte, elle est rubéfiée et transformée en un grès ferrugineux à *Ostrea cymbula* (fig. 34). Sur cette masse reposent les sables calcaires lediens, caractérisés sur toute leur épaisseur, par

Nummulites variolarius. Ces sables calcarifères, lediens, ne présentent aucune trace de rubéfaction ; leur composition est uniforme — qu'ils reposent sur les sables calcarifères ou sur les grès ferrugineux bruxelliens —, ce qui montre que la rubéfaction du Bruxellien est antérieure au Ledien.

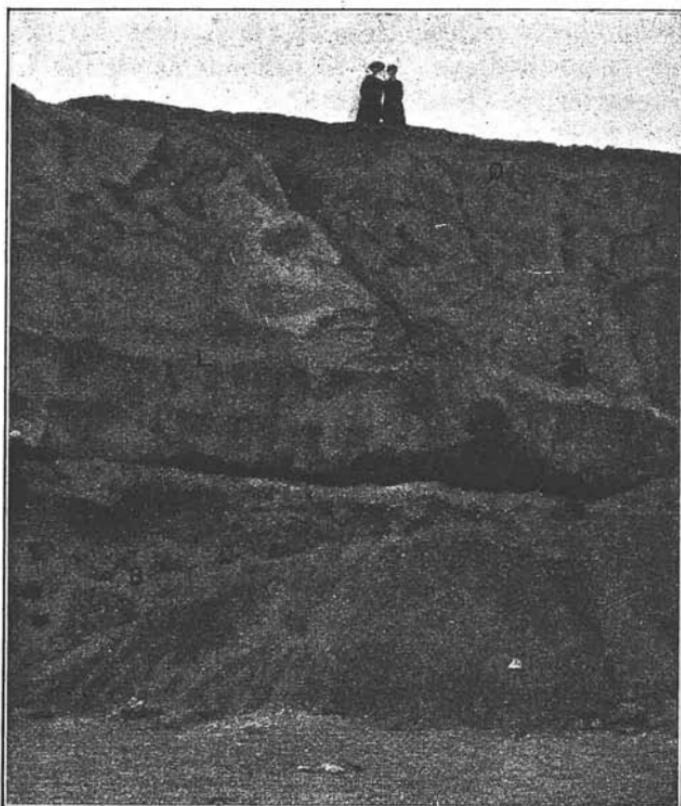


FIG. 35. — CONTACT DU BRUXELLIEN ET DU LEDIEN, à Uccle.

B, Bruxellien (sables calcarifères); L, Ledien (sables calcarifères, avec bancs discontinus de grès calcarifères); Q, Limon quaternaire. — La ligne excavée correspond au gravier de base ledien, riche en dents de Squales, et fouillé par les enfants du pays.

Le gravier de base du Ledien, très fossilifère, est activement fouillé par les enfants du pays, à la recherche des nombreuses dents de Squales qu'il renferme¹. Aussi est-il indiqué, sur toute

1. On trouvera la liste des Poissons rencontrés à ce niveau dans : M. LERICHE; Les Poissons tertiaires de la Belgique (II. Poissons éocènes. *Mém. Mus. roy. Hist. natur. de Belgique*, t. III), p. 177-198, 1905.

Ce même gravier a fourni quelques dents roulées de Mammifères, qui sont conservées, pour la plupart, dans la collection de M. Daimerries, à Bruxelles. Elles font l'objet d'une note de M. Depéret, qui est insérée plus loin.

sa longueur, par une ligne profondément excavée (fig. 35). Il renferme, de l'autre côté de l'avenue Coghen, de volumineux blocs d'un grès calcaire, très coquillier, dont les faces sont couvertes de nombreuses perforations d'animaux lithophages. Ils sont en général peu roulés et paraissent provenir du démantèlement, sur place, d'un ancien banc bruxellien.

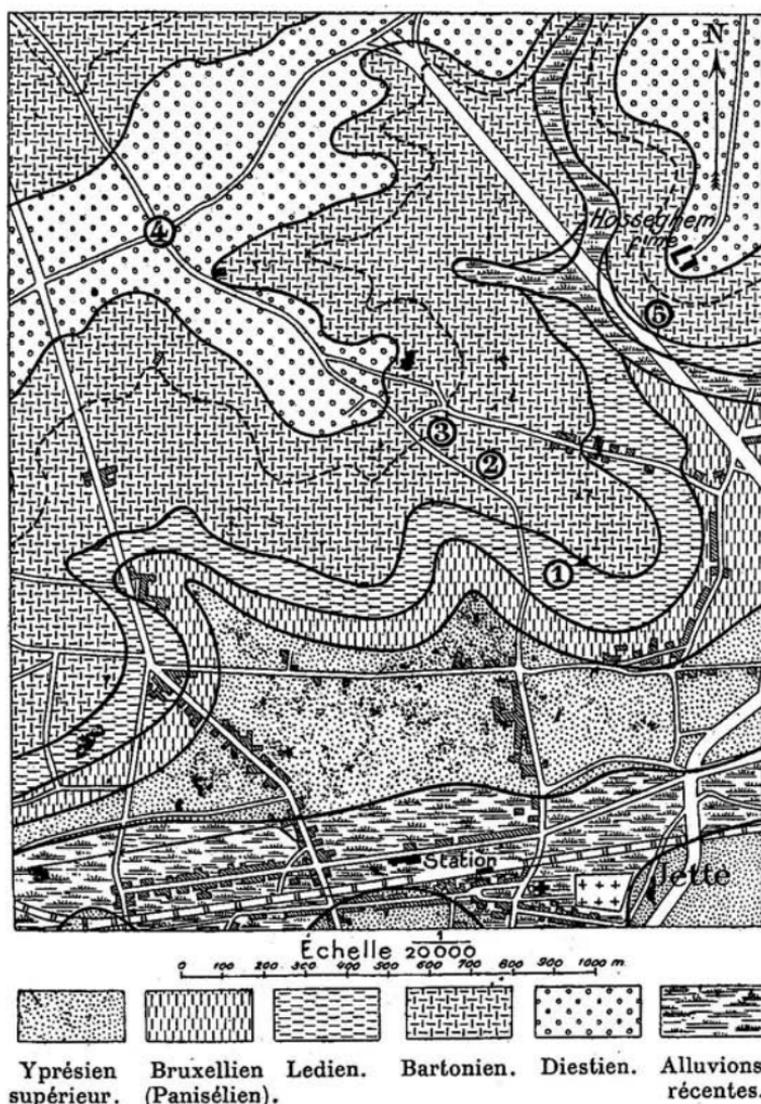


FIG. 36. — CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE JETTE

faite en utilisant les tracés de la Carte géologique de Belgique à 1/40000.

La ligne de traits, parallèle aux lignes-limites des terrains, marque, dans le Bartonien, la séparation entre les Sables de Wemmel, à la base, et les Argiles d'Assche, au sommet.

L'après-midi, la Société étudie l'Éocène supérieur au Nord-Ouest de Bruxelles, sur la rive gauche de la Senne. Les nappes tertiaires du Brabant s'y prolongent, en plongeant légèrement vers le Nord. Elles forment, entre la Senne et la Dendre, une petite région naturelle, le Petit-Brabant. Par suite de ce plongement, les assises de l'Éocène supérieur, qui, à l'état de lambeaux, couronnaient les points les plus élevés au Sud de Bruxelles, forment ici, à un niveau inférieur, des nappes étendues (fig. 36).

Le Molenbeek, affluent subséquent de la Senne, que l'on traverse à Jette, limite, au Sud, le Petit-Brabant. Il coule au pied d'une colline, orientée Ouest-Est, dont les versants sont dissymétriques et qui a la signification morphologique d'une cuesta. Sur le versant méridional, relativement escarpé, vont apparaître, suivant leur tranche, les différentes nappes tertiaires. Sur le flanc septentrional, en longue pente douce, on cheminera sur les nappes les plus récentes (fig. 37).

Le chemin de terre qui prolonge la rue de la Station et qui va de Jette à Wemmel traverse cette cuesta. Il s'élève sur les sables fins de l'Yprésien supérieur, puis traverse le Bruxellien, qui se présente ici sous le faciès panisélien, et dont la nature argileuse se manifeste alors par l'humidité du sol et par des glissements de terrain. On atteint bientôt le Ledien [1], dans lequel sont creusées les fondations de l'hôpital en construction. En continuant à s'élever, on arrive à une sablière ouverte dans les sables jaunes, quartzeux et glauconifères, du Bartonien (Sables de Wemmel)[2]. Ces sables sont ici très fossilifères; on y recueille :

- | | |
|--|---|
| <i>Nummulites Orbignyi</i> GAL. | <i>Phacoides Galeottii</i> NYST. |
| <i>N. wemmelensis</i> DE LA HARPE et VAN DEN BROECK. | <i>Crassatella Nysti</i> D'ORBIGNY. |
| <i>Turbinolia Nysti</i> MILNE EDW. et HAIME. | <i>Crassatella (Pseuderiphylla) Cosmanni</i> E. VINC. |
| <i>Amphihelia multistellata</i> GAL. | — (—) <i>erratica</i> E. VINC. |
| <i>Serpula Nysti</i> GAL. | <i>Cardium (Nemocardium) parile</i> DESH. |
| <i>Nucula lunulata</i> NYST. | <i>Corbula pisum</i> SOW. |
| <i>Stalagmium Nysti</i> GAL. | — <i>Henckeliusi</i> NYST. |
| <i>Pecten (Chlamys) sublævigatus</i> NYST. | <i>Glycimeris Honi</i> NYST. |
| <i>Pecten (Chlamys) reconditus</i> SOL. | <i>Dentalium</i> sp. |
| — (<i>Amusium</i>) <i>corneus</i> SOW. | <i>Scala spirata</i> GAL. |
| <i>Ostrea cubitus</i> DESH. | <i>Homalaxis marginata</i> DESH. |
| <i>Pinna consobrina</i> E. VINC. | <i>Turritella</i> sp. |
| <i>Cardita (Venericardia) sulcata</i> SOL. | <i>Nautilus</i> sp. |
| <i>Cardita</i> sp. | <i>Belosepia proxima</i> E. VINC. |
| <i>Astarte Nysti</i> KICKX. | <i>Odontaspis macrota</i> L. AGASS. |

A une faible distance au Nord de la sablière [3], les Sables de Wommel sont surmontés par une argile grise et glauconifère,

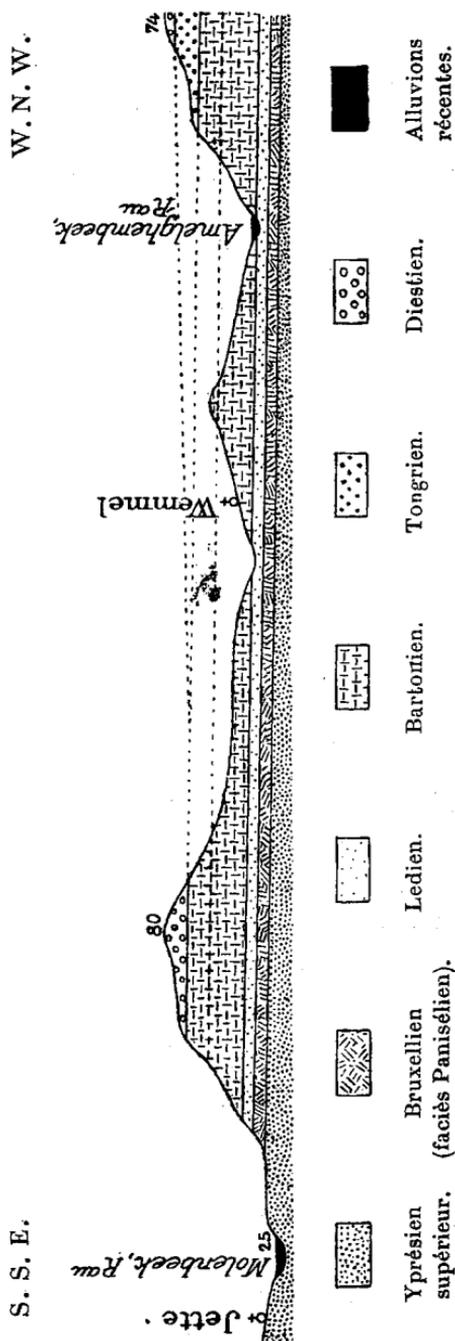


FIG. 37. — LES CUESTAS DU PETIT-BRABANT.

• La ligne de traits, parallèle aux lignes-limites des terrains, marque, dans le Bartonien, la séparation entre les Sables de Wommel, à la base, et les Argiles d'Assche, au sommet. L'argile asschieuse qui est, de toutes les assises, la plus résistante à l'érosion, forme les parties les plus escarpées des versants.

Échelle des longueurs : 1/40000. — Échelle des hauteurs : 1/4000.

qui forme le banc des Argiles d'Assche. Celles-ci déterminent une petite nappe aquifère, à la base des sables diestiens qu'elles

supportent. Ces derniers forment le sommet de la cuesta et, en partie, le sol du versant en pente douce. Ils renferment, vers la base, de nombreux galets en silex qui, dégagés en certains points par les eaux de ruissellement, jonchent le sol.

Les sables diestiens sont bien visibles, mais probablement remaniés, au point de croisement du chemin de Jette à Wemmel et du chemin de Strombeek, dans les talus qui bordent ces chemins [4]. Ils sont roux, grossiers et renferment de petits lits de grès ferrugineux.

Du point de croisement des chemins, on se dirige, par le chemin de Strombeek, vers l'avenue Houba-de-Strooper; on marche parallèlement au bord de la cuesta. Le versant en pente douce s'étend loin vers le Nord, jusqu'au ruisseau subséquent d'Amelghem. Au delà, s'élève le versant escarpé d'une nouvelle cuesta, dont le sommet se profile à l'horizon.

Le retour à Bruxelles se fait par l'avenue Houba-de-Strooper. Sous la ferme d'Hosseghem [5], les Sables de Wemmel sont largement exposés dans les talus de la route; on pourra y recueillir les mêmes fossiles qu'à Jette.

De retour à Bruxelles, la Société visite, sous la conduite de M. L. Dollo, le Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. M. Dollo attire particulièrement son attention sur les Vertébrés trouvés dans les formations belges qu'elle vient d'étudier, et sur les richesses paléontologiques qui font la réputation mondiale du Musée de Bruxelles.

M. Dollfus pense que les sables rouges, diestiens, visibles sur le plateau de Jette, sont en place et marins. Ils ont subi une profonde altération et s'étendent, sous cet état, jusqu'au Blanc-Nez.

M. Dollfus fait une communication sur la classification de l'Eocène.

M. Leriche ne méconnaît pas l'importance des formations continentales. Mais, il estime que leur classification doit être indépendante de celle des formations marines.

La substitution, proposée par M. Dollfus, des termes Thanétien et Cuisien aux termes Landénien et Yprésien est une infraction aux lois de priorité, si scrupuleusement observées pour la dénomination des espèces. Il serait injuste de rejeter les noms donnés par Dumont à des groupes de formations belges nettement délimités et dont le synchronisme avec les formations des régions voisines est définitivement établi.

M. Depéret pense qu'il vaut mieux conserver le point de vue historique pour la désignation des étages éocènes, à la condition que le parallélisme des gisements anciens soit bien établi. Il s'agit ici d'une question de justice scientifique.

M. Paul Lemoine est d'avis que l'on doit d'abord écarter les noms d'étages trop compréhensifs, comme Parisien, ou ne s'appliquant qu'à des zones et à des faciès locaux, comme Auversien. Cela fait, il ne reste plus qu'un petit nombre de noms, entre lesquels on doit choisir en appliquant rigoureusement le principe de priorité. Il est impossible de s'occuper de la question de savoir si la localité est plus ou moins fossilifère ou si le faciès représenté est littoral, néritique ou bathyal, à condition qu'il soit marin.

M. Canu pense que le nom d'étage pour être admis doit être bien choisi. La plupart des noms de Dumont sont tirés de localités à peine fossilifères. Il est impossible de faire aucune comparaison et d'établir aucun synchronisme.

Il pense aussi qu'un nom d'étage doit être tiré non d'un village mais d'une contrée dont le territoire comporte plusieurs faciès différents et suffisamment fossilifères.

M. Dollfus a combattu depuis longtemps les noms de Dumont parce qu'ils sont mauvais à tous égards, comme stratigraphie et comme paléontologie ; c'est leur indication qui a été l'origine des discussions qui troublent toute la nomenclature géologique. Il estime qu'il est nécessaire de les remplacer par des dénominations nouvelles, la plupart des noms anciens qu'on veut conserver comportant d'ailleurs des modifications importantes de leur emploi primitif.

Séance de clôture du vendredi 6 septembre 1912

PRÉSIDENCE DE M. LERICHE

La séance est ouverte à 20 h. 30, dans la salle des fêtes de l'Hôtel de l'Espérance, à Bruxelles.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté après observations :

M. L. Gentil fait une remarque au sujet des explications données, ou des hypothèses envisagées par M. Dollfus et M. Paul Lemoine sur l'origine de la dolomitisation dans le Bassin de Paris.

Si, comme le croit M. Dollfus, ce phénomène peut être dû, là où il l'a observé, à des infiltrations provenant de la lévigation des argiles verdâtres superposées, — comme l'argile de Saint-Gobain — qui renferment de la magnésie ; si selon M. Paul Lemoine, le carbonate magnésien peut être contemporain du dépôt et a pu être remis en mouvement ou s'enrichir par décalcification, de toute façon, il faudra admettre une explication toute différente, en certains points du Bassin de Paris.

C'est ainsi que, dans la région de Pont-Saint-Maxence et de Pierrefonds on observe des sables dolomitisés résultant de la transformation des sables calcaires lutétiens. Or, en ce point, le gisement a manifestement une allure filonienne, car dans le calcaire à Milioles on voit la dolomitisation s'étendre comme s'il y avait eu imbibition de la roche calcaire poreuse par une eau chargée de sels magnésiens. On peut constater en outre, que l'imprégnation magnésienne est en relation avec des diaclases.

On est ainsi conduit à envisager une origine profonde d'eaux magnésiennes qui seraient venues dolomitiser des roches poreuses, primitivement calcaires. Et l'on est naturellement amené à penser que la magnésie a pu être empruntée, par des eaux ascendantes, en profondeur, aux dépôts du Trias lagunaire. Cette hypothèse, déjà émise par Munier-Chalmas, est assez plausible. Elle permettrait d'expliquer bien des anomalies apparentes dans le mode de gisement varié des couches dolomitisées du Crétacé et du Tertiaire du Bassin de Paris.

Une présentation est annoncée.

M. Leriche rend compte des excursions des 5 et 6 septembre.

M. Leriche. — *Excursion du jeudi 5 septembre, à Erondegem, Oordegem et Aeltre.*

La journée est consacrée à l'étude : 1° du Ledien aux environs de Lede, 2° du faciès panisélien du Bruxellien.

Le train qui nous emmène de Bruxelles-Nord traverse la vallée de la Senne, puis, à partir de Laeken, remonte le Molenbeek. Il descend ensuite la vallée du Bellebeek, affluent subséquent de la Dendre. Ces deux ruisseaux séparent le Petit-Brabant, au Nord, de la Flandre, au Sud. Cette dernière région, dans laquelle on va circuler toute la journée, forme une vaste plaine, faiblement ondulée. Elle doit à l'imperméabilité de son sol, formé en grande partie par les argiles yprésienne et panisélienne, une grande humidité favorable au développement de la végétation arborescente. Des bouquets d'arbres apparaissent partout : le long des ruisseaux, autour des habitations éparpillées.

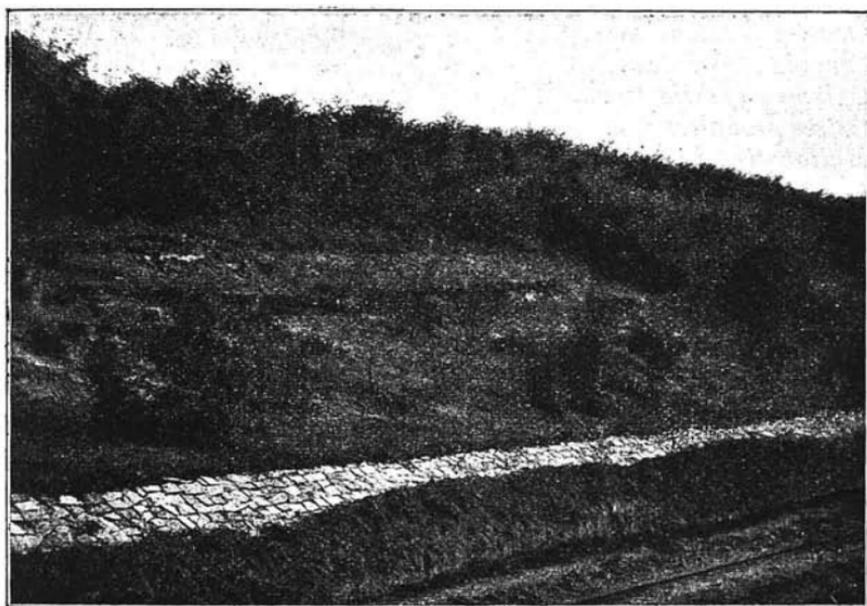


FIG. 38. — TRANCHÉE D'ERONDEGEM, ouverte dans les sables lediens, fossilifères. Des bancs discontinus de grès calcaire, à *Nummulites variolarius* et à *Ditrupa*, apparaissent çà et là.

A Denderleeuw, on traverse la vallée de la Dendre, que l'on descend ensuite jusqu'à Alost.

A Alost, le tramway vicinal d'Assche à Oordegem nous attend et nous conduit à Halfbunder. On est là à proximité du village de Lede, où a été pris le type de l'étage ledien. Actuellement, toutes les petites sablières exploitées autour de Lede sont ouvertes dans des sables lediens décalcifiés. Un seul point fossilifère apparaît sous le moulin de Lede, dans le talus de la route.

Par contre, le Ledien fossilifère est admirablement exposé à

trois kilomètres au Sud de Lede, dans les tranchées de la nouvelle voie ferrée, en construction, de Bruxelles à Gand-Saint-Pierre.

D'Halfbunder, on se rend à la grande tranchée d'Erondegem, que franchit, en viaduc, la route d'Erondegem à Ottergem. Près du viaduc, le Ledien est mis à découvert sur toute son épaisseur (fig. 38). Il est formé de sables calcarifères, dans lesquels sont intercalés des bancs de grès calcarifères ¹. *Nummulites variolaris* Sow., *Ostrea inflata* DESH. et des tubes de *Ditrupea* y abondent. Ces fossiles forment parfois, presque à eux seuls, certains des bancs calcarifères qui font saillie sur les parois de la tranchée. Indépendamment de ces espèces, on recueille encore :

Echinolampas affinis GOLDF.

Mareia Omaliusi GAL.

Serpula Nysti GAL.

Chlamys plebeia LAMK.

Ostrea gigantea SOL.

Myliobatis Dixoni L. AGASS.

Odontaspis cuspidata L. AGASS.

prémutation *Hopei* L. AGASS.

— *macrota* L. AGASS.

Lamna verticalis L. AGASS.

— *Vincenti* (WINKLER) A.-S.

WOODW.

Les sables lediens reposent sur des argiles paniséliennes, qui ne sont plus visibles, mais dont la présence se manifeste par le niveau d'eau qu'elles déterminent dans les fossés qui bordent la voie. Ils sont surmontés par les sables noirs, glauconifères, à *Nummulites wemmelensis*, de la base du Bartonien ². Il est impossible d'introduire une division dans leur masse, et, ici comme aux environs de Bruxelles, la distinction faite par la Carte géologique de Belgique, entre Laekenien *s. str.* et Ledien, est purement illusoire.

On suit les tranchées que l'on est occupé à ouvrir dans la direction de Gand, et bientôt, entre le ruisseau de Gansendries et Strymeesch, l'on voit apparaître, sous le limon quaternaire, des sables gris, glauconifères, sans fossiles, que la Carte géologique ³ range dans le Panisélien, et qui rappellent, en effet, d'une façon frappante, ceux qui entrent parfois dans la constitution du Panisélien de la Flandre ⁴.

1. Les grès lediens ont été jadis assez activement exploités. Ils ont servi à la construction de la plupart des églises de la région (Lede, Erondegem, Oordegem, etc.).

2. La faible épaisseur que présente le Ledien, en ce point, comparée à celle qu'il atteint dans la tranchée d'Oordegem, actuellement à profondeur, fait penser que ce Bartonien n'est pas en place, mais qu'il a dû glisser sur le flanc d'une colline qu'il couronnait et qui est aujourd'hui détruite.

3. Carte géologique de la Belgique à 1/40 000. Feuille 71 (Oordegem-Alost), par M. Mourlon.

4. La suite des travaux m'a permis de constater plus tard (octobre 1913) que ces sables reposent sur une argile schistoïde, considérée par la Carte géologique de Belgique comme formant le Panisélien inférieur, et qu'ils renferment, à leur base,

Une nouvelle tranchée est en cours d'exécution au Sud d'Oordegem. Elle traverse, sous le Quaternaire — dont la partie inférieure est marquée par un lit de galets —, l'argile glauconifère, bartonienne (Argile d'Assche), dont la base, altérée, ravine des sables lediens décalcifiés, dans lesquels pénètre la tranchée. Vers l'extrémité occidentale de la grande tranchée, ces sables contiennent encore des grès dont la décalcification n'est pas achevée et qui renferment *Nummulites variolarius* ¹.

L'état d'avancement des travaux ne nous a pas permis d'observer les relations entre les sables lediens décalcifiés et l'argile schistoïde rapportée au Panisélien qui est entamée plus à l'Ouest, près de la route d'Oordegem à Cluyse ².

D'Oordegem, le tramway vicinal nous ramène à Alost, et, après le déjeuner, nous prenons le train pour Aeltre.

A l'intérieur même de la gare, et à un niveau légèrement inférieur à celui de la voie ferrée, on constate, dans une faible excavation, la présence d'un sable blanchâtre, légèrement glauconifère, qui a la plus grande analogie avec les sables bruxelliens.

Nummulites variolarius. Ces sables glauconifères représentent un faciès du Ledien, inconnu jusqu'ici. Voir M. LERICHE, Sur les caractères du Ledien à l'Ouest d'Alost. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXVII, p. 188-191 ; 1913. Voir aussi les observations de M. HALET qui font suite à cette note (*Ibidem*, p. 191-193).

1. Le Service géologique de Belgique a fait recueillir, dans ces grès, des empreintes et des moules internes de fossiles, qu'il m'a obligeamment communiqués, et dans lesquels j'ai reconnu les espèces suivantes :

<i>Lunulites radiata</i> LAMK.	<i>Tellina rostralis</i> LAMK.
<i>Cardita</i> (<i>Venericardia</i>) <i>planicosta</i> LA-MK.	<i>Tellina</i> cf. <i>fayellensis</i> COSSM.
<i>Phacoides mutabilis</i> LAMK.	<i>Pholadomya</i> sp.
<i>Corbis lamellosa</i> LAMK.	<i>Voluta</i> sp.

2. Ces relations peuvent être étudiées aujourd'hui (octobre 1913) (pl. XXIX, fig. 2).

Les sables lediens deviennent, en profondeur, de plus en plus glauconifères et passent au faciès observé dans les tranchées ouvertes entre le ruisseau de Gansendries et Strymeesch (voir la note infrapaginale 3 de la page 93). Ils forment une masse, puissante de près de 20 mètres, qui repose sur l'argile schistoïde, et dont la base renferme de nombreux galets d'argile. Dans cette masse, une ligne de démarcation s'observe à environ 4 mètres de la surface de l'argile. Elle correspond à la surface piézométrique de la nappe aquifère déterminée par cette argile : au-dessous de cette ligne, dans la nappe aquifère, les sables sont gris noirâtre ; au-dessus, dans la zone d'altération, ils ont une teinte jaunâtre due à une transformation partielle de la glauconie en limonite.

Quant à l'argile schistoïde qui supporte les sables lediens, on sait, par les sondages effectués dans la région, qu'elle recouvre les sables à *Nummulites planulatus-elegans*, de l'Yprésien supérieur. Elle n'a fourni jusqu'ici aucun fossile. Elle était considérée comme formant la base du Panisélien. D'après ce qui précède, on voit qu'elle resterait seule à représenter le Panisélien (= Bruxellien) dans la région. (Voir M. LERICHE, Sur les caractères du Ledien à l'Ouest d'Alost. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol., Hydrol.*, t. XXVII, p. 188-191.)

A la sortie de la gare et dans la direction de Gand, la voie ferrée est bientôt bordée de talus, qui vont, en s'élevant, jusqu'au pont du chemin d'Houthem Goed à Aeltre. Ces talus sont formés par des sables glauconifères, légèrement argileux, auxquels l'altération de la glauconie donne une teinte jaune verdâtre. Ce sont là les couches dites d'Aeltre ; pour les raisons données plus haut (p. 798), elles doivent être considérées comme un faciès du Bruxellien. *Cardita planicosta* abonde dans ces couches ; elle y forme de véritables lits qui, par leur blancheur, tranchent sur le fond sombre de sables. Elle y atteint une taille qu'elle ne commence à acquérir, dans le Bassin de Paris, qu'à partir du Lutétien ¹. *Turritella Solanderi* MAYER-EYMAR accompagne *C. planicosta* ; elle est surtout abondante dans les sables qui forment la partie supérieure des talus, près du pont de la route d'Houthem Goed.

Une fouille pratiquée près de ce pont a permis de recueillir, indépendamment de *Cardita planicosta* et de *Turritella Solanderi* :

<i>Ostrea cymbula</i> LAMK.	<i>Cardium</i> sp.
<i>Cardita</i> (<i>Venericardia</i>) cf. <i>elegans</i> LAMK ² .	<i>Meretrix proxima</i> DESH ³ .
<i>Cardita</i> sp.	<i>Corbula striatolina</i> DESH ⁴ .
<i>Phacodès</i> (<i>Divaricella</i>) <i>Rigaulti</i> DESH.	<i>Natica</i> sp.
	<i>Myliobatis</i> sp.

D'Aeltre, la Société se rend à pied à Bellem, en suivant la voie ferrée. Près de la gare de Bellem, de nombreux blocs d'un grès très dur et renfermant des traces de végétaux ont été rencontrés à la surface du Panisélien. Ils dérivent probablement des sables paniséliens immédiatement inférieurs aux Couches d'Aeltre ⁵.

De Bellem, le train nous ramène à Gand puis à Bruxelles.

1. Les couches d'Aeltre affleurent en mer. Le flot ramène fréquemment sur la côte des blocs d'un grès grossier et glauconifère, panisélien, et de grosses *Cardita planicosta*. M. J. Cornet a distribué aux membres de l'excursion des grès paniséliens et des *Cardita planicosta* roulés, qu'il avait recueillis le long de la côte, à Knocke.

2. Les côtes radiaires sont un peu moins nombreuses et un peu plus écartées dans les exemplaires des couches d'Aeltre que dans les exemplaires de *C. elegans* provenant du Calcaire grossier du Bassin de Paris.

3. Cette espèce qui, dans le Bassin de Paris, ne s'élève pas au delà des Sables de Cuise, remonte en Belgique jusque dans le Bruxellien. Voir M. COSSMANN, Catalogue des Coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. XXI, 1896, Mém., p. 113.

4. Espèce des Sables de Cuise, difficile à distinguer de *C. Lamarchi* DESH., du Calcaire grossier et des Sables de Beauchamp. La distinction ne se fait guère, dans le Bassin de Paris, que d'après l'indication de la provenance. Voir M. COSSMANN. *Ibidem*, t. XXI, Mém., p. 47-48.

5. La Carte géologique (feuille n° 54, par A. RUTOT) signale dans ces sables — qu'elle désigne sous la notation P1d — des grès en plaquettes et du bois pétrifié.

M. Leriche. — *Excursion du vendredi 6 septembre, à Burght et à Anvers.*

La Société quitte Bruxelles, pour Anvers, par un train du matin.

La voie ferrée descend la vallée de la Senne, dont les flancs sont formés par la tranche des assises éocènes qui forment le sol du Brabant. Ces assises plongent régulièrement vers le Nord ; elles vont disparaître successivement sous des assises de plus en plus récentes.

Les flancs s'abaissent de plus en plus, et au-delà de Vilvorde, la vallée de la Senne se dessine à peine à la surface de la plaine, dont le sol est bientôt formé par l'assise éocène la plus récente, l'Argile d'Assche (= Bartonien).

A Malines, on a quitté la vallée de la Senne ; on traverse celle de la Dyle. Par suite du plongement général des couches vers le Nord, l'Argile d'Assche disparaît à son tour, sous les Sables de Berg (Rupélien inférieur), dont la transgression, vers le Sud, cache le Tongrien. Ces sables sont ensuite relayés par l'Argile de Boom (Rupélien supérieur), qui est exploitée à Duffel, sur les bords de la Nèthe et contre la voie ferrée.

L'Argile de Boom est bientôt recouverte par les Sables d'Edeghem (Miocène supérieur), qui forment le sol jusqu'à Anvers.

D'Anvers, on se rend à Burght, au Sud-Ouest de la ville, en tramway et par bateau (fig. 39). On traverse le village de Burght, puis l'on remonte la rive gauche de l'Escaut jusqu'à l'usine à ciments. Sur le parcours, on longe de grandes excavations envahies par les eaux ; ce sont les anciennes carrières, où les briqueteries en ruines que l'on observe le long du chemin, extrayaient l'argile rupélienne en vue de la confection de la « brique de Boom¹ ».

L'usine à ciments emploie, comme matières premières, la craie des environs de Mons et l'Argile de Boom. Elle retire celle-ci d'une vaste et profonde carrière (fig. 39) [1], qui montre la superposition des Sables d'Edeghem (Anversien) à l'Argile de Boom (pl. XXIX, fig. 1 ; fig. 40 dans le texte).

L'Argile de Boom forme une masse sombre, à laquelle des variations de teintes — noires, noir bleuâtre, noir verdâtre — donnent une apparence zonaire. Elle est exploitée à Burght sur 12 mètres d'épaisseur ; elle y fournit surtout :

1. La brique dite de Boom, faite avec l'Argile de Boom, est une brique très réputée, qui fut exportée jusqu'en Amérique. Elle est fabriquée depuis un temps immémorial et fait toujours l'objet d'une industrie très importante, sur les bords du Rupel et de l'Escaut en amont de Burght.

Leda Deshayesi DUCH.

Cassidaria Nysti (KICKX) NYST.

Tritonium flandricum de KON.

Fusus Waeli NYST.

Pleurotoma crenata NYST.

Aturia sp.

Odontaspis acutissima AGASS.

Oxyrhina Desori (SISM.) AGASS.

Des septaria sont irrégulièrement répartis dans la masse argileuse, et leur centre est souvent occupé par un *Caeloma*.

Les Sables d'Edeghem débutent par un cordon littoral, formé de nombreux petits galets, en silex noir, et de septaria de l'Argile de Boom roulés, verdis à la surface et couverts de nombreuses perforations de lithophages. Ils sont très fossilifères à la base, dans la nappe aquifère qu'y détermine l'Argile de Boom. *Phacoides* (= *Lucina*) *borealis* LINNÉ abonde ; on y rencontre, en outre, fréquemment :

Nucula Haesendoncki NYST et
WEST.

Yoldia semistriata WOOD.

Isocardia lunulata NYST.

Marcia (= *Venus*) *multilamella*
LAMK.

Marcia (= *Venus*) *Nysti* D'ORB.

Glycimeris sp.

Turbo carinatus BORS.

Oxyrhina hastalis AGASS.

Carcharodon megalodon AGASS.

La Société rentre à Anvers par le bateau, et après le déjeuner, elle se rend en tramway à Luchtbal. A la sortie d'Anvers, le tramway circule à travers le Polder de Merxem, et, à Luchtbal, on est à proximité des nouveaux travaux exécutés en vue de l'agrandissement du port d'Anvers. Les darses 2 et 3 (fig. 39) [2] et le bassin-canal, en cours d'exécution, sont ouverts dans les formations récentes (argiles des Polders et tourbe) et dans le Scaldisien qui, par suite du plongement général des couches vers le Nord, se trouve être ici à une altitude inférieure à celle de l'Anversien, au Sud d'Anvers.

L'affleurement de la nappe des sables diestiens passe sous la partie centrale de la ville d'Anvers. Ces sables, auxquels une forte proportion de glauconie donne une teinte noirâtre, ont été atteints aux points des darses où furent installées les pompes d'épuisement.

Le Scaldisien a été traversé sur une épaisseur d'environ 40 mètres. Il est formé de sables glauconifères, légèrement argileux, extrêmement fossilifères sur toute leur hauteur. Il débute par un sable gris blanchâtre, d'épaisseur variable (de 0 à 2 mètres), dans lequel les coquilles, admirablement conservées, ont parfois gardé leurs couleurs.

Ce sable est surmonté par un banc coquillier, noir, de 0 m. 50

1. Dans la collection de M. Hasse, à Anvers, se trouvent quelques débris de Mammifères provenant de l'argile rupélienne de Burght. M. Depéret a reconnu dans ces débris des restes d'*Acerotherium albigense* et d'un petit Carnassier, probablement d'un *Plesictis* (voir la note de M. Depéret insérée plus loin).

d'épaisseur, formé de coquilles brisées, réunies par un sable argileux, noir. Le banc coquillier passe insensiblement, vers le haut, à un sable glauconifère, gris, qui devient de moins en

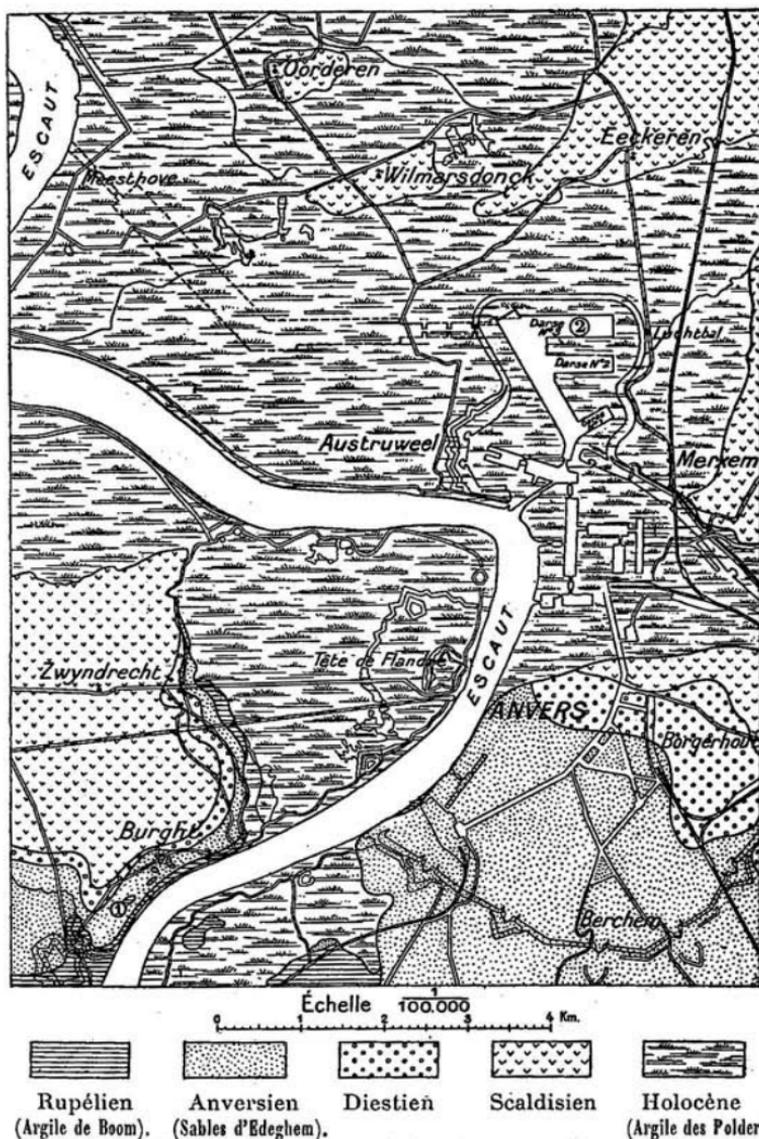


FIG. 39. — CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS D'ANVERS, faite en utilisant les tracés de la Carte géologique de Belgique à 1/40 000. Le Scaldisien et le Poederlien de la Carte géologique sont réunis sous le nom de Scaldisien.

moins argileux et qui forme la masse principale du Scaldisien.

A mesure que l'on s'élève dans cette masse, on voit les fossiles

présenter des traces de plus en plus manifestes d'un transport, et former, vers le haut, de petits amas lenticulaires. Ils indiquent, dans la profondeur des eaux sous lesquelles se sont déposés ces sédiments, une diminution progressive, qui aboutit à la formation d'une plage.

En certains points, on voit ce Scaldisien, à faciès côtier; passer insensiblement, vers le haut, à une formation peu puissante, dont l'origine poldérienne ne paraît guère douteuse, et qui consiste en un sable argileux, avec filets d'argile plastique et d'argile limoneuse. C'est sur cette ancienne « Argile des Polders », dont l'âge précis ne peut encore être fixé¹, que repose la tourbe. La formation de celle-ci s'échelonne entre le début du Néolithique et le XI^e siècle. Enfin, la Tourbe supporte à son tour une « Argile des Polders », dont le dépôt ne remonte qu'au XVI^e siècle².

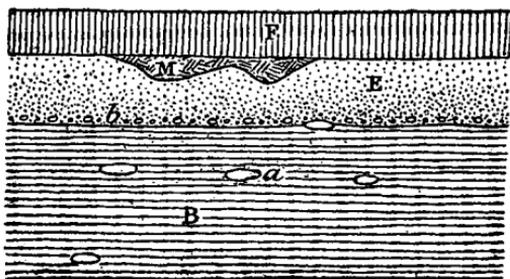


FIG. 40. — COUPE DE LA CARRIÈRE DE BURGHT.

B, argile de Boom, avec septaria (a); E, Sables d'Edeghem, avec gravier à la base (b); M et F, Sable et limon quaternaires.

La tourbe, l'« Argile des Polders » ancienne et le sommet du Scaldisien se sont montrés, en plusieurs points, ravinés par des alluvions fluviales, qui comblent le lit d'anciens cours d'eau (schijns) antérieurs au dépôt de l'« Argile des Polders » récente.

J'ai donné, dans le *Livret-Guide* (p. 106-107), la liste des espèces les plus communes que l'on pouvait recueillir, dans les sables gris blanchâtre de la base du Scaldisien, au cours de notre visite.

La liste suivante complète la première. Elle renferme toutes les espèces de Mollusques et de Poissons qui ont été recueillies au cours des travaux, de 1911 à 1913, tant par moi-même que par mes élèves, en particulier par M. Van Straelen.

1. Cette formation poldérienne a fourni à M. Hasse quelques débris de Mammifères terrestres qui ont été déterminés par M. Depéret. (Voir la note de M. Depéret insérée plus loin.) Ces Mammifères indiqueraient le Pliocène supérieur = Amstélien)

2. Voir G. HASSE (Bibliographie, 3^e partie).

Liste des espèces rencontrées dans le Scaldisien, pendant les travaux de creusement de la darse n° 3, à Anvers.

<i>Cellepora edax</i> BUSK ¹ .	<i>Pecten</i> (<i>Chlamys</i>) <i>opercularis</i> LINNÉ.
<i>Lingula Dumortieri</i> NYST.	— (<i>Pseudamussium</i>) <i>Gerardi</i> NYST.
<i>Nucula nucleus</i> LINNÉ.	<i>Ostrea edulis</i> LINNÉ.
<i>Yoldia</i> sp.	<i>Anomia</i> sp.
<i>Axinæa</i> (= <i>Pectunculus</i>) <i>glycimeris</i> LINNÉ.	<i>Cyprina rustica</i> SOW.
<i>Mytilus edulis</i> LINNÉ.	— var. <i>Defrancei</i> P.-J. VAN BENEDEN.
<i>Pinna pectinata</i> LINNÉ?	— var. <i>dilatata</i> NYST.
<i>Hinnites pusio</i> LINNÉ.	
<i>Pecten complanatus</i> SOW.	
— <i>grandis</i> SOW.	

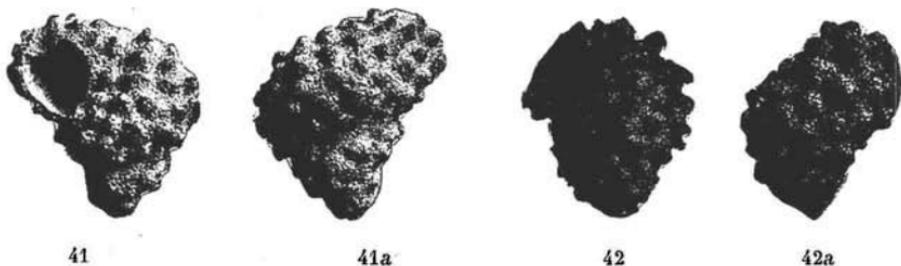


FIG. 41-42. — *Cellepora edax* BUSK, encroûtant des coquilles de Gastropodes. — Étage : Scaldisien. — Localité : Anvers.

1. Ce Bryozoaire du Crag anglais *, retrouvé vivant sur les côtes du Devonshire, est très remarquable. Il a la forme extérieure d'une colonie d'*Hydractinia* sa surface est couverte de très grosses papilles.

Deux exemplaires de cette espèce ont été rencontrés dans le Scaldisien de la darse n° 3, l'un par M. Hasse (fig. 41), l'autre par M. Van Straelen (fig. 42). Dans ces exemplaires, comme dans ceux du Crag anglais et comme dans celui trouvé sur les côtes du Devonshire, la coquille encroûtée a été complètement dissoute. D'après Wood **, celle-ci serait, dans la grande majorité des cas, une coquille de *Turritella*. Il ne semble pourtant pas que l'espèce soit aussi exclusive dans le choix de son support. En effet, dans les deux exemplaires figurés, provenant du Scaldisien d'Anvers, les grandes dimensions de l'ouverture de la coquille montrent que celle-ci n'était probablement pas celle d'une *Turritella*; dans l'un d'eux (fig. 42), l'ouverture semble même montrer la trace d'un siphon et laisse présumer que la coquille était celle d'une *Nassa*.

Le nom de *Cellepora edax* figurait déjà dans une liste des Bryozoaires du Néogène d'Anvers, dressée par Houzeau de Lehaie***, en 1878. Mais le gisement de l'espèce n'était pas indiqué d'une façon précise. Mieux conservés et plus complets que les exemplaires anglais figurés par Busk et par Wood, les échantillons récemment trouvés dans le Scaldisien d'Anvers font mieux ressortir les caractères de l'espèce.

* G. BUSK. A monograph of the fossil Polyzoa of the Crag., p. 59, pl. ix, fig. 6, pl. xxii, fig. 3; 1859, *Palæontographical Society*, vol. XI, 1857.

S.-V. WOOD. Supplement to the Mollusca from the Crag., p. 54-55, pl. v, fig. 25a, 25b. *Palæontographical Society*, vol. XXV, 1871.

** S.-V. WOOD. *Loc. cit.*, p. 55.

*** A. HOUZEAU DE LEHAIE in VAN DEN BROECK. Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. IX, 1874. Mém., p. 204.

- Cyprina islandica* LINNÉ.
Astarte incerta WOOD.
 — *Omaliusi* LAJONKAIRE.
 — *Basteroti* LAJONK.
 — *sulcata* DA COSTA.
Woodia digitaria LINNÉ.
Cardita scalaris (LEATH) SOW.
 — *orbicularis* (LEATH) SOW.
Diplodonta rotundata MONTAGU¹.
 — *astartea* NYST.
Phacoides (= *Lucina*) *borealis* LINNÉ.
Cardium decorticatum WOOD.
Cardium edule LINNÉ.
 — *Parkinsoni* SOW.
Marcia (= *Venus*) *casina* LINNÉ.
 — *imbricata* SOW.
Tapes striatella NYST.
Dosinia exoleta LINNÉ.
Tellina Benedeni NYST.
 — *prætenuis* (LEATH) WOODW.
 — *obliqua* SOW.
 — *crassa* PENNANT.
 — *donacina* LINNÉ.
Gastrana laminosa SOW.
Psammobia ferroensis CHEMNITZ.
 — *vespertina* CHEMN.²
Abra (= *Syndosmya*) *prismatica* MONTAGU.
Cultellus tenuis PHILIPPI.
Solen ensis LINNÉ.
Mactra arcuata SOW.
 — *ovalis* SOW.
Lutraria elliptica LAMK.
Mya truncata LINNÉ, var. *rotundata* SOW.
Corbula gibba OLIVI (= *C. striata* auct.)³.
Glycimeris Faujasi MÉNARD DE LA GROYE.
Cyrtodaria angusta NYST et WESTENDORP.
Dentalium sp.
Emarginula crassa SOW.
Trochus ziziphinus LINNÉ.
Trochus octosulcatus NYST.
Capulus ungaricus LINNÉ.
 — var. *obliquus* WOOD.
Calyptræa sinensis LINNÉ.
Natica millepunctata LAMK.
 — *catenoides* WOOD.
 — *hemicleusa* SOW.
Turritella triplicata BROCCHI.
Vermetus intortus LAMK.
Scala subulata SOW.
 — *frondicula* WOOD.
 — *clathratula* TURTON.
Eulima subulata MONTAGU.
Potamides tricinctus BROCCHI.
Chenopus pespelicani LINNÉ.
Trivia europæa MONTAGU.
Cassidaria bicatenata SOW.
Chrysodomus contrarius LINNÉ.
 — *elegans* CHARLES-WORTH.
Sipho gracilis DA COSTA.
Buccinum undatum LINNÉ.
 — (*Liomesus*) *Dalei* SOW.
Nassa relicosa SOW.
 — var. *elongata* SOW.
 — *labiosa* SOW.
 — *consociata* WOOD.
Purpura tetragona SOW.
 — *lapillus* LINNÉ.
Cancellaria (*Sveltia*) *Lajonkairæ* NYST.
Voluta (*Scaphella*) *Lamberti* SOW.
Pleurotoma antverpiensis E. VINCENT.

1. Cette espèce qui est commune dans le Scaldisien, à la darse n° 3, n'avait pas encore été signalée en Belgique. Il est probable qu'elle a été confondue par Nyst avec sa *D. astartea*.

2. Espèce rare dans le « Coralline Crag » d'Angleterre, signalée pour la première fois dans le Pliocène d'Anvers.

3. Cette espèce devient extrêmement commune dans la partie supérieure (= Poederlien) du Scaldisien ; ses valves sont presque toujours séparées ; elles présentent des traces d'usure qui indiquent un charriage par les vagues.

<i>Pseudotoma intorta</i> BROCCHI.	<i>Raja antiqua</i> L. AGASS.
<i>Terebra inversa</i> NYST.	<i>Myliobatis</i> sp.
<i>Actæon Noæ</i> SOWERBY.	<i>Aetobatis Omaliusi</i> LE HON.
<i>Cylichna cylindracea</i> PENNANT.	<i>Oxyrhina hastalis</i> L. AGASS.
<i>Scaphander lignaria</i> LINNÉ.	— <i>retroflexa</i> L. AGASS.
<i>Ophicardelus pyramidalis</i> SOW.	<i>Carcharodon megalodon</i> L. AGASS.
<i>Balanus</i> sp.	— <i>sulcidens</i> L. AGASS.
<i>Squatina biforis</i> LE HON.	

M. Depéret, au nom des membres présents à la Réunion, adresse à M. Leriche ses remerciements et ses félicitations pour la science et la précision avec lesquelles notre confrère nous a fait assister aux diverses transgressions et régressions des mers Éocènes dans le Nord du Bassin de Paris et en Belgique. Grâce aux travaux de M. Leriche, la Réunion extraordinaire de 1912 marquera un progrès notable de nos connaissances sur ces régions pourtant déjà si étudiées par de nombreux géologues. Il résultera assurément de ces excursions une coordination importante et bien désirable des observations faites trop souvent d'une manière isolée dans la partie française et dans la partie belge de ce bassin.

M. L. Gentil s'associe aux paroles de M. Depéret et adresse à M. Leriche les remerciements de la Société géologique pour l'intérêt qu'il a su donner à son programme d'excursions. Il remercie également les géologues belges qui ont réservé un accueil si aimable à leurs confrères français et ont par leur présence accentué l'importance de cette réunion.

M. le commandant Neefs prend la parole au nom des géologues étrangers qui ont pris part à la Réunion.

M. Leriche dit toute la satisfaction qu'il a éprouvée à guider ses confrères dans le Bassin de Paris et dans le Bassin belge. Avant de clore la Réunion extraordinaire de 1912, il remercie les Secrétaires, MM. Paul Jodot et Paul Combes, les Trésoriers, MM. F. Canu et Van Straelen, pour le dévouement avec lequel ils ont rempli leurs fonctions. Il adresse l'expression de sa reconnaissance aux Compagnies de chemin de fer, qui nous ont facilité l'accès des tranchées ou ont bien voulu modifier leurs horaires, aux Directeurs d'exploitations et de Services publics, qui, en vue de notre visite, ont consenti à retarder ou à activer l'exécution de certains de leurs travaux.

SUR UNE FAUNULE DE MAMMIFÈRES DE L'ÉOCÈNE MOYEN DE BELGIQUE

PAR **Ch. Depéret.**

PLANCHE XXX.

L'Éocène de Belgique, bien que faisant partie du même golfe marin que l'Éocène du Bassin de Paris, diffère de ce dernier par les points suivants : 1° Son faciès est presque en entier sableux. 2° Les étages de sable se ravinent les uns les autres, chacun d'eux débutant par une ligne de contact irrégulier et un gravier de base plus ou moins grossier. 3° Les géologues belges ont interprété cette discontinuité en faisant l'hypothèse que ce ravinement implique une lacune de la partie supérieure laguno-lacustre de chaque étage, démantelée par les courants de transgression de l'époque suivante.

Tel est notamment le cas pour le contact des deux étages *Lutécien* (= *Bruxellien*) et *Auversien* (= *Ledien* ou *Laekenien*), que les géologues ayant pris à part à la Réunion extraordinaire de 1912 ont pu, sous la conduite de M. Leriche ¹, admirablement observer en plusieurs points des environs de Bruxelles, notamment à Forest, Uccle, etc. En ce dernier point, au croisement de l'avenue de Bellevue et de l'avenue Coghen, ce contact est bien visible au pied d'une *butte-témoin* d'anciennes sablières abandonnées. Sur la partie supérieure rubéfiée du sable calcarifère bruxellien, on voit le gravier de base du Ledien, riche en dents de Squales et contenant aussi des blocs d'un grès calcarifère à *Nummulites lævigatus*, indice du démantèlement du Lutécien. Cette dernière observation est importante, elle démontre, comme l'a fort bien dit M. Leriche (*Livret-guide*, p. 27) que le Bruxellien ne représente que l'assise tout à fait inférieure à *Maretia Omaliusi* du Lutécien inférieur et que tout le reste du Lutécien depuis la zone à *N. lævigatus* jusqu'au Calcaire grossier supérieur laguno-lacustre a été enlevé et détruit par les érosions préauversiennes.

Ces explications étaient nécessaires pour comprendre la signi-

1. *Livret-guide* de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France de 1912, p. 87 et suivantes.

fication et l'intérêt de l'étude des débris de Mammifères éocènes qui font l'objet de cette note. Ces documents font partie de la collection de M. Daimeries, de Bruxelles, paléontologiste bien connu par ses études sur les Poissons éocènes de Belgique et m'ont été très obligeamment confiés par notre savant confrère à qui j'adresse mes plus vifs remerciements.

Les pièces en question proviennent de deux niveaux différents : 1° L'une d'elles est une belle molaire entière de *Lophiodon* trouvée dans le sable bruxellien à Uccle et contemporaine par conséquent du Lutécien tout à fait inférieur.

2° Les autres pièces consistent en nombreux fragments de dents roulées et souvent polies par l'usure, que M. Daimeries a recueillies avec un soin minutieux dans le gravier de base du Ledien à Uccle, à Forest et à St-Gilles. Une grande partie de ces fragments est indéterminable même comme genre. J'ai pu cependant trier un certain nombre de dents plus complètes et moins usées qui m'ont permis de reconstituer une intéressante faunule de Mammifères éocènes, remaniés du Lutécien et sur l'âge précis desquels j'aurai plus loin à revenir.

I. LE LOPHIODON DU BRUXELLIEN D'UCCLE

LOPHIODON MEDIUM FISHER mut. a.

Pl. XXX, fig. 9.

Il s'agit d'une belle molaire supérieure intacte et pourvue de ses trois racines. Je l'attribue à la première arrière-molaire *M*¹ à cause de son état d'usure assez avancée et du contour de la couronne moins carrée, un peu plus quadrangulaire-traverse que dans *M*².

Les caractéristiques de cette dent sont les suivantes : le *parastyle* est assez fort, mais peu saillant au dehors ; le *denticule antéro-externe* est convexe en dehors, tandis que le *denticule postéro-externe* a sa muraille allongée et aplatie, réalisant le type de structure auquel M. Stehlin¹ a donné le nom de type *rhinocérotoïde*, par opposition au type *tapiroïde* où les deux denticules externes sont également convexes du côté de la muraille. Le bourrelet basilaire est peu épais et interrompu au niveau des deux denticules internes.

Par le caractère rhinocérotoïde si marqué de sa muraille externe, le *Lophiodon* d'Uccle s'écarte du groupe *L. parisiensis*

1. STEHLIN. Die Säugethiere d. schweiz Eocæns, première partie, p. 108. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXX, 1903.

qui réalise le maximum du type tapiroïde. Il est par contre extrêmement voisin de deux autres espèces presque de même taille, le *L. Larteti* FILHOL de l'Yprésien supérieur de Cuis (Marne) et le *L. medium* FISHER du calcaire lacustre lutécien d'Argenton (première et deuxième espèce de *Lophiodon* d'Argenton : Blainville). J'ai pu comparer la molaire d'Uccle avec les magnifiques séries de *L. Larteti* que possède l'Université de Lyon et noter une identité presque complète dans le type de structure, sauf une légère différence de taille, un peu plus faible dans l'espèce de Cuis. Il y a également une très grande ressemblance avec le *Lophiodon* d'Argenton (voir Blainville, Ostéographie, genre *Lophiodon* pl. III), dont l'Université de Lyon possède également quelques molaires. Le type d'Argenton est seulement un peu plus fort ; la muraille du second lobe montre un léger indice de *mesostyle* ou de convexité médiane et le bourrelet basilaire y est un peu plus épais et plus continu en dedans. Mais ce sont là des nuances peu importantes qui n'empêchent pas une étroite parenté entre les deux formes.

La considération de la grandeur comparée de ces divers *Lophiodon* est plus intéressante. J'ai dit que le *L. Larteti* était sensiblement plus petit que le *Lophiodon* d'Uccle : M^1 mesure sur son bord externe 29 mm. chez les plus forts sujets de la première forme et 32 mm. dans la seconde. Dans le *L. medium* d'Argenton, d'après la figure de Blainville, M^1 mesure 34,5 mm. Cette même dent mesure 38 dans le *L. isselensis* d'Issel.

On peut donc établir une série de *mutations stratigraphiques* caractérisées par les dimensions suivantes de M^1 en millimètres :

<i>L. isselensis</i> Cuv.	38 mm.	Lutécien supérieur d'Issel.
<i>L. medium</i> FISCH.	34,5	Lutécien moyen d'Argenton.
<i>L. medium</i> FISCH. <i>mut. asc.</i>	32	Lutécien inférieur d'Uccle.
<i>L. Larteti</i> FILH.	29	Yprésien supérieur.

C'est un bel exemple d'une *série phylétique naturelle* dont les différents termes augmentent régulièrement de grandeur de la plus ancienne à la plus récente, suivant la loi dont j'ai essayé de montrer la généralité dans tous les groupes d'animaux fossiles.

En résumé, le *Lophiodon* du Bruxellien d'Uccle forme un véritable passage entre le *L. Larteti* de l'Yprésien supérieur et le *L. medium* d'Argenton, et cette conclusion se trouve bien d'accord avec son niveau stratigraphique qui est le Lutécien le plus inférieur. Je le classerai sous le nom de *L. medium* FISCHER *mutation ascendante*. C'est, à ma connaissance, le premier fait connu de l'existence du *L. medium* dans un gisement stratifié marin aussi parfaitement daté.

II. LA FAUNE DE MAMMIFÈRES DU GRAVIER DE BASE DU LEDIEN (AUVERSIEN)

Je dois rappeler tout d'abord que dès 1881, M. Rutot ¹ a signalé et figuré deux dents de Mammifères terrestres trouvées dans le gravier de base de l'étage laekénien (= Ledien) à la chaussée de Waterloo, près du parc Saint-Gilles, c'est-à-dire dans des conditions identiques à celles recueillies par M. Daimeries. Ces dents avaient été rapportées par Gaudry au *Lophiotherium cervulum* GERVAIS, détermination bien peu vraisemblable, ainsi que l'a déjà fait observer M. Stehlin ², car le *L. cervulum* est une espèce de la faune éocène supérieure d'Euzet-les-Bains (Gard), qui n'a jamais été rencontrée dans l'Éocène moyen. M. Stehlin a pensé que ces dents pouvaient appartenir à quelque espèce du genre *Pachynolophus*. Grâce à l'obligeance de notre savant collègue M. Dollo, il a été possible d'étudier à nouveau l'une de ces dents (*loc. cit.*, fig. 4 et 4^a) la seule qui ait été retrouvée dans les collections du Musée royal de Bruxelles. J'ai pu constater qu'il s'agit bien d'une forme de ce genre *Lophiotherium*, mais d'une espèce plus petite que le *L. cervulum* et qui est identique au *L. pygmæum* trouvé par M. Daimeries, et que je décrirai ci-dessus. Je pense au sujet de la pièce de la figure 3 et 3^a de M. Rutot qu'il s'agit d'une molaire supérieure de lait de la même espèce. Je reviendrai plus loin sur ces intéressantes pièces.

*
* *

Les dents recueillies par M. Daimeries proviennent toutes du gravier de base du Ledien en trois points des environs de Bruxelles, à Forest, à Saint-Gilles et surtout à Uccle. J'y ai reconnu les espèces suivantes :

LOPHIODONTIDÉS : *CHASMOTHERIUM MINIMUM* sp. FISCH ³.

Pl. XXX, fig. 1-2

De ce petit Lophiodontidé, dont le type provient du calcaire

1. RUTOT. Sur la position stratigraphique des restes de Mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'Éocène de Belgique. *Bull. Acad. royale de Belgique*, 3^e série, t. I, 1881, p. 506, pl. III.

2. STEHLIN. Die Säugeth. d. schweiz. Eocœns, 2^e partie, p. 537. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXXII, 1905.

3. Voir la synonymie compliquée de cette espèce in : STEHLIN, *loc. cit.*, première partie, p. 53.

lacustre lutécien d'Argenton (Indre), j'ai reconnu un grand nombre de fragments de dents, parmi lesquels deux m'ont paru tout à fait caractéristiques.

La figure 1 de la planche XXX représente une moitié antérieure de prémolaire supérieure P^2 , montrant l'arête transverse antérieure (entamée par la détritition) recourbée en arc vers l'arrière et plus courte que l'arête transverse postérieure ; celle-ci, à peu près droite, n'est conservée que dans sa paroi antérieure ; toute la muraille de la dent fait défaut. On voit par contre fort bien en dedans le bourrelet basilaire épais et continu du genre *Chasmothorium*.

Les dimensions sont très inférieures à celles de P^2 du *Chasm. Cartieri* de Lissieu à laquelle j'ai pu la comparer et se rapportent bien à la taille de la petite espèce d'Argenton.

La figure 2 représente un fragment de molaire inférieure roulée que je rapporte à la même espèce. Ce fragment répond à la moitié externe de la crête transverse antérieure avec l'arête récurrente qui s'abaisse obliquement vers le talon antérieur. Cette pièce est identique de taille à la partie correspondante d'une M du *Ch. minimum* d'Argenton qui fait partie des collections de Lyon. On peut aussi la comparer à la pièce du haut à gauche de la figure 1, page 55, du mémoire cité de M. Stehlin.

HYRACOTHÉRIDÉS¹ : 1. *PROPALÆOTHERIUM ISSELANUM* BLAINV.

Pl. XXX, fig. 3-3^a.

A cette espèce classique d'Issel se rapporte sans hésitation une moitié postérieure d'arrière-molaire d'en haut, probablement M^1 . On y voit le denticule postéro-externe conique comprimé et refoulé en dedans, avec une côte médiane assez forte ; puis la crête transverse oblique en avant, sur laquelle se distingue bien le denticule intermédiaire allongé et un denticule interne subconique à sommet intact. Du côté externe de la dent, on distingue nettement un *mesostyle* ou arête verticale médiane qui caractérise le genre *Propalæotherium* et le distingue du genre voisin *Pachynolophus*.

Cette dent est identique de structure et de dimensions à la partie correspondante du *Propalæotherium isselanum* d'Issel, de Lissieu et d'Egerkingen. Dans l'état d'usure où elle se présente,

1. Je renverrai pour la caractéristique des genres de cette famille à mon travail général : Revision des formes européennes de la famille des Hyracothéridés *B. S. G. F.*, (4), t. I, 1901, p. 199.

elle offre une ressemblance parfaite avec la dent d'Egerkingen figurée dans le mémoire cité de M. Stehlin (pl. VIII, fig. 6).

Le *P. isselanum* est la plus forte espèce du genre qui compte d'autres formes plus petites dans le Lutécien supérieur, telles que le *P. parvulum* LAURILLARD. Elle paraît spéciale au Lutécien supérieur.

2. *LOPHIOTHERIUM PYGMÆUM* sp. DEPÉRET

Pl. XXX, fig. 4-8, 10.

Syn: *Propalæotherium pygmæum* DEPÉRET. Revis. de Hyracothéridés. B. S. G. F., 1901, (4), t. I, p. 212.

Lophiotherium pygmæum STEHLIN. Die Säug. d. schweiz. Eocœns, 3^e partie, 1906, p. 472, fig. 31 et pl. x.

J'ai fait connaître en 1901 dans le Sidérolithique de Lissieu un tout petit Hyracothéridé que j'ai rapporté au genre *Propalæotherium* à cause de ses prémolaires simples et triangulaires, très peu molarisées. M. Stehlin en 1906 a retrouvé l'espèce à Egerkingen et a cru devoir la considérer comme un *Lophiotherium* primitif, ancêtre du *L. cervulum* de l'Éocène supérieur. L'une et l'autre de ces deux opinions peuvent se défendre et en réalité, le *L. pygmæum* est une véritable transition entre les deux genres *Propalæotherium* et *Lophiotherium*.

Le *L. pygmæum* paraît avoir été assez commun dans l'Éocène moyen de Belgique, car j'ai trouvé dans la collection Daimeries cinq molaires déterminables de cette espèce, dont deux supérieures et trois inférieures.

Les deux molaires supérieures (fig. 4-5) me paraissent se rapporter la plus petite à M^1 , l'autre à M^2 , du côté droit. M^1 est presque intacte, à l'exception de la muraille externe qui est enlevée par l'usure et montre seulement l'indice des deux denticules externes. Quant aux deux arêtes transverses, elles sont bien conservées et montrent chacune le denticule intermédiaire allongé et comprimé et le denticule interne subconique; le bourrelet basilaire est peu épais et discontinu.

De M^2 il reste seulement l'angle antéro-interne, avec la crête transverse antérieure complète (denticule intermédiaire et denticule interne) et un morceau du denticule postéro-interne; le bourrelet basilaire est mince, mais assez continu.

Étant donnée l'absence de la muraille externe dans ces deux dents, il est impossible de savoir s'il existait un *mesostyle* et par conséquent s'il s'agit bien d'un *Propalæotherium* plutôt que

d'un *Pachynolophus*. Toutefois comme il n'existe à ma connaissance aucun *Pachynolophus* de taille aussi petite que celui que je décris, et que, au contraire, les dimensions concordent bien avec celles du petit *L. pygmæum* de Lissieu et d'Egerkingen, je pense que cette détermination est la plus exacte. On peut en particulier comparer les molaires d'Uccle avec la figure 1 de la planche x de M. Stehlin.

La molaire inférieure (fig. 6) est une dernière molaire M^3 légèrement brisée dans sa première colline et dans son talon ou troisième lobe. Ce qui reste de cette dent ne permet aucun doute sur l'attribution au même animal que les deux molaires supérieures précitées. On y voit fort bien les deux demi-croisants comprimés du premier et du deuxième lobes, réunis l'un à l'autre en dedans par un gros denticule épaissi, caractéristique de toute la famille des Hyracothéridés. On peut comparer la pièce de Belgique avec les figures 8 et 9 de la planche x de M. Stehlin.

Deux autres molaires inférieures me paraissent pouvoir être rapportées à la même espèce.

L'une (fig. 7) est une arrière-molaire inférieure droite, probablement M^2 comprenant les deux collines transverses formées chacune de deux mamelons disposés par paires, de forme subconique, et reliés entre eux, surtout à la colline postérieure, par une arête de jonction transverse, dessinant une courbe un peu concave. Chaque denticule externe envoie en arrière un prolongement sous forme d'une arête d'émail oblique, qui s'abaisse rapidement; celle de la première colline s'arrête au pied de la muraille de la deuxième colline; celle de la deuxième colline se fonde avec le bourrelet basilair.

L'autre (fig. 8) est une moitié de M comprenant seulement la colline postérieure avec ses deux denticules transverses et son arête récurrente abaissée vers le talon.

Je pense, comme je l'ai déjà dit plus haut, qu'il faut rapporter à la même espèce les deux dents de la chaussée de Waterloo, figurées par M. Rutot sous le nom de *Lophiotherium cervulum*. L'une de ces molaires, qui fait partie du Musée royal de Bruxelles et m'a été obligeamment communiquée par M. Dollo, est une arrière-molaire inférieure M^2 intacte, montrant tous les caractères rappelés ci-dessus des Hyracothéridés. J'ai reproduit cette pièce (pl. XXX, fig. 10) en grandeur naturelle parce que la figure publiée par M. Rutot (*loc. cit.*, fig. 4-4_p) est un peu trop forte comme grandeur, ce qui pourrait induire en erreur pour la détermination de l'espèce. La longueur de cette dent est en réalité de

8 mm. alors que la figure de M. Rutot donne 9 mm. 5. J'ai pu m'assurer par comparaison directe que cette molaire était identique de tous points comme dimensions et comme caractères avec la dent correspondante du *L. pygmæum* de Lissieu et d'Egerkingen (voir aussi STEHLIN, *loc. cit.*, pl. x, fig. 9-10).

Quant à la molaire supérieure figurée par M. Rutot (fig. 3, 3^a), sa détermination est plus délicate, d'autant plus que je n'ai pu avoir cette pièce entre les mains. A en juger par la figure et en raison de l'allongement remarquable de la couronne, je pense qu'il s'agit d'une molaire de lait et non pas d'une molaire de seconde dentition.

L'absence de mésostyle sur la muraille externe ferait pencher, comme l'a dit M. Stehlin, pour un *Pachynolophus* de la taille du *P. Duvali* ou même du *P. Prevosti*. Mais, d'une part, il se peut que la grandeur du dessin soit exagérée comme c'est le cas pour la molaire inférieure. D'autre part, je n'ai pu trouver de terme de comparaison précis sur la forme d'une molaire de lait, dans les matériaux du *Lophiotherium pygmæum* que j'ai à ma disposition. Le plus vraisemblable me paraît être d'attribuer cette molaire à la même espèce que la molaire inférieure mais je donne cette conclusion sous toutes réserves.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

En résumé, la faune de Mammifères éocènes recueillie jusqu'à ce jour dans le gravier de base de l'étage ledien ou auversien des environs de Bruxelles comprend les espèces suivantes :

LOPHIODONTIDÉS. *Chasmothorium minimum* FISCHER.

HYRACOTHÉRIDÉS. *Propalæotherium isselanum* BLAINVILLE.

Lophiotherium pygmæum DEPÉRET.

Toutes ces espèces proviennent de gisements connus d'âge lutécien.

Le *Chasmothorium minimum* est une forme du Lutécien moyen d'Argenton (Indre) qui est connue également du gisement de Bracklesham (Angleterre) et du Sidérolithique d'Egerkingen.

Les autres espèces appartiennent au Lutécien supérieur et ont été signalées : le *P. isselanum* à Issel, Buschweiler, dans le Minervoies et dans le Sidérolithique de Lissieu et d'Egerkingen ; le *Loph. pygmæum* n'était connu que du Sidérolithique de Lissieu, d'Egerkingen et de Chamblon.

Il est donc permis de conclure sans hésitation que l'ensemble

de cette faune provient de la destruction d'assises fluvio-marines du Lutécien moyen et supérieur et se trouve dans le gravier de base de l'Auversien à l'état de *fossiles remaniés*.

SUR UN PETIT ACEROTHERIUM TROUVÉ A BURGHT DANS L'ARGILE DE BOOM

PAR **Ch. Depéret.**

En visitant la belle collection de fossiles de la région d'Anvers recueillis par M. Haas, j'ai remarqué une mandibule d'un petit *Acerotherium* qui m'a paru, à un examen rapide, se rapprocher tout à fait de l'*A. albigense* décrit par M. Roman des mollasses du Stampien moyen de l'Albigeois.

La pièce, qui demanderait une préparation, est une mandibule avec ses deux branches, qui portait deux grandes incisives inférieures et montre du côté droit les trois arrière-molaires, la quatrième prémolaire, plus des débris de la troisième prémolaire et les racines de la deuxième. La prémolaire en place est dans un état de molarisation très avancé, comme dans l'*A. albigense*. Le bourrelet basilaire des trois *M* et de *P*⁴ est très peu développé.

M. Roman, qui a vu la pièce quelques jours après moi, a confirmé cette détermination.

La présence d'un petit *Acerotherium* du groupe *albigense* dans l'argile de Boom est intéressante au point de vue stratigraphique, car l'espèce provient du Stampien moyen et confirme l'attribution de cette argile de Boom à l'étage stampien ou Rupélien et non au Chattien ni à l'Aquitainien comme on le faisait autrefois.

De ce même gisement de Burght, j'ai vu dans la collection Haas une mandibule d'un petit Carnassier portant en place une dent tuberculeuse. Autant que l'a permis un examen très rapide, j'ai eu l'impression qu'il s'agit d'un Mustélidé, probablement d'un petit *Plesictis*.

Ces pièces demanderaient une étude et une description soignées.

SUR L'EXISTENCE
D'UNE FAUNE DE MAMMIFÈRES DU PLIOCÈNE SUPÉRIEUR
DANS LE SCALDISIEN SUPÉRIEUR
OU POEDERLIEN D'ANVERS

PAR **Ch. Depéret.**

J'ai examiné rapidement dans la collection de M. Haas, à Anvers, une série de débris de Mammifères terrestres provenant des sables argileux, d'origine poldérienne, qui terminent le Scaldisien marin des docks d'Anvers.

J'ai cru pouvoir y déterminer :

1° Un bois de *Cervus (Axis) pardinensis* C. et Job., espèce du Pliocène supérieur de Perrier, de Chagny, etc ;

2° L'extrémité supérieure d'un canon du genre *Equus*, non déterminable comme espèce ;

3° Un gros os de Proboscidiien indéterminable ;

4° Une mandibule d'un *Rhinoceros* de forte taille portant deux petites incisives en forme de bouton, les trois molaires de lait et la première molaire. La taille m'a paru être celle des *Rhinoceros leptorhinus* et *R. Mercki*.

Ces débris mériteraient sans doute une étude plus approfondie. Cependant déjà la présence certaine du *Cervus pardinensis* offre un intérêt considérable, en permettant de rapporter au *Pliocène supérieur* ou *Calabrien* non pas sans doute l'étage scaldisien tout entier, mais au moins la partie supérieure de cet étage (*Poederlien* de M. Vincent). C'est un premier jalon dans les comparaisons à établir entre les étages du Pliocène belge et les divisions reconnues dans le bassin méditerranéen et datées par leurs faunes de Mammifères terrestres.

LES MARNES DE CHENAY, PRÈS REIMS

PAR G.-F. Dollfus

Nous savions depuis longtemps qu'il existait à Chenay et à Merfy (Marne) des marnes calcaires lacustres en relation avec le Conglomérat de Cernay, mais la position et la faune de cette assise restaient indéterminées ; aussi c'est avec le plus grand intérêt qu'au cours de l'excursion du 1^{er} septembre 1912 nous avons pu en observer des affleurements tant à Chenay qu'à Merfy et poser les bases d'une exacte classification.

HISTORIQUE

Le Dr V. Lemoine a parlé des marnes de Chenay dans une plaquette préparée à l'occasion de la réunion de l'Association française à Reims en 1880, mais sans indiquer l'endroit précis où on pouvait les voir, il dit seulement « qu'elles sont en relation avec le Conglomérat de Cernay et un lit d'argile lignitifère de grande étendue qu'on peut considérer comme le commencement de cette longue série de couches étudiées sous le nom de Lignites du Soissonnais ».

M. J. Plateau, ancien instituteur à Merfy, qui s'est occupé avec succès de la paléontologie de la région, a indiqué, comme incontestable, la position des Marnes de Chenay au-dessus des sables thanétiens et comme formant vraisemblablement la partie supérieure du conglomérat. Plus tard il a insisté sur le désordre des couches composant le conglomérat, il pense qu'en bien des points le Sparnacien s'est éboulé sur le Thanétien, que dans certaines coupes l'ordre normal est même renversé ; en ce qui concerne les Marnes de Chenay, qu'on pourrait mieux désigner, suivant lui, comme marnes et calcaires de Merfy, elles ont été reconnues dans trois gisements et la faunule qu'il en a donnée diffère très peu de celle que nous allons donner nous-même ; elle a été fournie, en grande partie, d'ailleurs par les mêmes matériaux que M. Plateau a bien voulu nous confier.

Pour compléter cet historique il convient de rappeler ce qu'a dit M. Laurent des Marnes de Chenay dans le beau résumé analytique sur la géologie des environs de Reims, publié en 1907 à

l'occasion d'une nouvelle réunion de l'Association française pour l'Avancement des Sciences à Reims. Il explique que la position de la couche en litige est, positivement, au sommet du Conglomérat de Cernay, très développé à Merfy où il atteint 4 et 5 mètres et qu'il est formé de roches graveleuses, sableuses, argileuses très diverses ; les divers auteurs ont considéré le conglomérat tantôt comme formant le sommet du Thanétien, tantôt comme la base du Sparnacien. L'étude de la faune des Marnes de Chenay, lorsqu'elle aura été publiée doit éclairer finalement cette question.

STRATIGRAPHIE

Les marnes lacustres blanches sont visibles sur la place même de Chenay, à la descente du chemin de Châlons-sur-Vesles, dans les fossés de la route. Au-dessus des sables thanétiens, on rencontre des sables graveleux rougeâtres, grossiers, qui appartiennent au Conglomérat de Cernay ; il s'y intercale à divers niveaux des lentilles d'argile, des sables obliques, et des marnes blanches, dont la marne de la place semble bien le dernier terme ; les lignites ont été fouillés au-dessus.

Le gisement de Merfy est situé à la bifurcation des deux chemins de Pouillon et d'Hermonville (vers 146 m. d'altitude), on pouvait y voir :

4. Terre végétale noirâtre.....	60 cm.
3. Calcaire blanchâtre et jaune, dur, fossilifère.....	20 —
2. Marne blanche tendre.....	60 —
1. Sable gréseux gris, tendre, en couches obliques sur..	40 —

Tout près, à la station du tramway de Merfy (alt. 150), on voyait au-dessus, dans la tranchée, les sables blanchâtres du Sparnacien barrés de couches limoneuses. M. Plateau nous a signalé un autre gisement où les marnes sont noircies à la surface par les premières couches de base des Lignites dans la propriété J. Benoit, sur la route de Macô.

Il résulte de ces constatations, au point de vue stratigraphique, qu'il est impossible de confondre les Marnes de Chenay avec le Calcaire de Rilly qui est situé au sommet des sables thanétiens, qu'on ne peut davantage l'assimiler aux marnes du mont Bernon qui sont insérées dans les Lignites du Soissonnais, et qu'il s'agit d'une couche bien indépendante, dont la classification paléontologique aura nécessairement une grande importance relativement au conglomérat qui lui est inférieur.

CLASSIFICATION

Nous avons donc examiné avec soin, tant les fossiles que nous avons recueillis nous-même, que ceux que M. Plateau nous a communiqués et on en trouvera plus bas la critique. Or, cette faune a ses affinités principales avec le Calcaire de Rilly, elle est donc encore thanétienne, et elle entraîne dans cette classification le Conglomérat de Cernay et sa faune de Vertébrés, ainsi que M. Depéret l'avait déjà suggéré. Certainement nous avons des espèces de passage, plusieurs formes sparnaciennes apparaissent ; il n'y a pas entre le Thanétien et le Sparnacien un barrage absolu, la vie s'est continuée, mais les espèces du mont Bernon sont en infériorité et la survivance des formes de Rilly est indéniable.

J'avais autrefois considéré le Conglomérat de Cernay comme l'équivalent strict du Conglomérat de Meudon, j'étais porté à y voir un même phénomène de ravinement et d'envahissement d'un monde nouveau avec le *Gastornis* et le *Coryphodon*. Il faut changer ce plan et considérer le Conglomérat de Cernay comme un ravinement terminal du Thanétien, et le Conglomérat de Meudon comme un témoin du ravinement initial du Sparnacien. Certes, ces phénomènes ont été très voisins, et tant à Paris, à Reims, qu'à Londres et en Belgique on y trouve à la fois des grands Oiseaux coureurs, des Poissons cuirassés, des ancêtres de nos Carnassiers, qui relie tous ces niveaux en un même Éocène inférieur, mais néanmoins, comme dans toute série, une limite est nécessaire ; nous n'hésitons pas à corriger ce que nous avons écrit pour adopter la formule nouvelle.

La théorie du cycle sédimentaire indique bien que deux conglomérats successifs sont nécessaires à envisager, l'un d'émer-sion qui termine une série et l'autre d'envahissement qui commence la suivante, et nous avons tendance à l'oublier. Au cours de l'excursion de la Société géologique avec M. Leriche, nous sommes allés aussi à Sinceny voir un conglomérat de sables et graviers situé entre les Lignites du Soissonnais et les Sables de Cuise, or, j'avais longtemps considéré cette couche comme formant le sommet du Sparnacien, mais depuis 1905, pour me rapprocher des idées de M. Leriche, j'avais émis l'opinion que les Sables de Sinceny pouvaient être considérés comme formant la base du Cuisien. Je reviens aujourd'hui sur cette concession, après avoir revu les lieux, bien examiné les rapports naturels des diverses couches entre elles, je vois que les Sables de Sinceny ne peuvent être rapprochés de ceux de Cuise, ils n'ont rien

d'aussi marin, la glauconie en est exclue, c'est après et brusquement que la nature du dépôt a changé, l'estuaire saumâtre est devenu un vrai fond marin. Bien au contraire, les couches de Sinceny par les filets d'argile grise qu'elles renferment, la nature même du sable, la faune, sont étroitement reliées avec le régime lagunaire des lignites qui leur sont inférieurs; elles sont sparnaciennes.

Pour la seconde fois, dans le bassin de Paris, nous avons affaire à un conglomérat de sommet à bien distinguer d'un conglomérat de base.

FAUNULE DES MARNES DE CHENAY

HELIX (ACHANTINULA) DUMASI BOISSY

1846. *Helix Dumasi* DE BOISSY. Descript. coq. fossiles du Calcaire de Rilly-la-Montagne. *Mém. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. III, p. 293, pl. v, fig. 13 a, b, c.
 1846. *Helix Geslini* DE BOISSY. *Id.*, p. 293, pl. v, fig. 14 a, b.
 1889. *H. Dumasi* DE BOISSY. — COSSMANN : Catal. ill. Coq. Éocène parisien, fascicule IV, p. 360.

Nous réunirons deux des espèces de Boissy à l'exemple de M. Cossmann, car elles ne nous paraissent différer que par un écart médiocre dans la taille. Un seul échantillon; l'espèce se trouve aussi dans le Calcaire de Rilly et les Sables de Châlons-sur-Vesles.

HELIX DROUETI MICHAUD

1839. *Helix Droueti* MICHAUD. Revue et Magasin de Zool. (Guérin Meneville), II, pl. VIII, fig. 1.
 1889. — — MICH. COSSMANN. Catal. illustr., fasc. IV, p. 356.

Espèce jusqu'ici spéciale au Calcaire de Rilly (Thanétien supérieur), on l'a rapprochée de *H. candidissima* du Midi de la France, mais cette comparaison nous paraît bien lointaine, c'est un groupe spécial, à garder isolé pour le moment. Un seul échantillon de la Marne de Merfy.

PHYSA GIGANTEA MICHAUD

1839. *Physa gigantea* MICHAUD. Magasin de Zoologie. V, pl. 82, fig. 1-2.
 1848. — — DE BOISSY. Coq. foss. de Rilly, p. 283, pl. VI, fig. 19-23.

Cette belle espèce est fort variable, le type doit être pris dans les figures 19 et 21; c'est la variété *A. fusiformis* Boissy (fig.

20) que nous avons dans la Marne de Chenay. Sandberger a fait une *Ph. pseudogigantea* sur les figures 22 et 23 qui représentent une forme plus courte et plus lourde qui n'est probablement qu'une variété.

Elle est représentée dans le sable du Thanétien inférieur par la *Physa primigenia* DESH. (Anim. sans vert., II, p. 733, pl. XLIV, fig. 11-12) et jusque dans les Lignites par *Physa Lamberti* DESH. (*Ph. pulchella* D'ORBIGNY), dans le Thanétien du Midi de la France on trouve encore un *Physa prisca* qui est peu éloigné.

ANCYLUS (VELLETIA) MATHERONI DE BOISSY

1846. *Ancylus Matheroni* DE BOISSY. Descript. coq. Rilly, p. 270, pl. v, fig. 6.
 1863. — — — DE BOISSY. DESHAYES. Anim. sans vert. Bassin Paris, II, p. 699, pl. XLII, fig. 16-18.
 1889. — *arenarius* COSSMANN. Catal. ill. coq. foss., IV, p. 332, pl. XII, fig. 33-34.

Cette intéressante espèce provient des Sables inférieurs et a été trouvée à Jonchery, Chenay ; elle passe dans le Calcaire de Rilly, dans les Marnes de Chenay (plusieurs exemplaires) et elle nous paraît se continuer dans le Sparnacien, car M. Cossmann y indique une variété *Lemoinei* du Mont Bernon.

LIMNEA LIGNITARUM DESHAYES

1863. *Limnea lignitarum* DESHAYES. Anim. sans vertèbres, II, p. 726, pl. XLIV, fig. 13-15.

Nos échantillons ne concordent pas absolument avec les figures de Deshayes, mais ils sont fort défectueux, ils s'accordent mieux avec une série de spécimens des lignites de Grauves que nous possédons. D'autre part, comme l'a déjà fait remarquer M. Cossmann, la figure de Deshayes semble défectueuse, le pli columellaire est bien trop accentué. Dans tous les cas les échantillons des Marnes de Chenay n'ont aucune analogie avec le *Limnea Baylei* BAYAN du Calcaire de Rilly qui est une grande espèce très longue, ils sont très voisins au contraire de *Lim. brachystoma* COSSM. des sables thanétiens de Chenay.

PLANORBIS SUBOVATUS DESHAYES

1824. *Planorbis subovatus* DESH. Coquilles foss. env. Paris, II, p. 85, pl. IX, fig. 19-21.
 1863. — — — DESH. Anim. sans vert. Bassin Paris, II, p. 742.
 1889. — — — DESH. COSSMANN. Catal. ill. coq. foss., IV, p. 338.

Il ne peut y avoir de doute sur la détermination de cette espèce, très abondante, et bien caractérisée par son épaisseur : diam., 2 mm 1/2 ; épaisseur. 1 mm.

L'espèce passe des Sables de Châlons-sur-Vesles, Gueux, Jonchery, dans les Lignites du Soissonnais à Bernon et Grauves, elle n'a pas encore été signalée dans le Calcaire de Rilly, mais on sait que ce calcaire n'a plus fourni de fossiles depuis quarante ans, la carrière était fermée et peut-être tout n'a pas été dit sur son compte.

VIVIPARA ASPERSA MICHAUD sp.

1839. *Paludina aspera* MICHAUD. — Revue de Zoologie, V, pl. 84, fig. 1-2.
 1848. — — MICH. DE BOISSY. Coq. fossiles cal. de Rilly, p. 284, pl. VI, fig. 8.
 1888. — — MICH. COSSMANN. Catal. ill. coq. foss., fasc. III, p. 244.
 1912. *Viviparus aspersus* MICH. COSS. et PISSARRO. Iconog. Coq. foss. Éocène, pl. XIII, fig. 85-1.

Coquille très voisine sinon identique du *V. proavia* DESH. des Sables de Châlons-sur-Vesles (cf. COSSMANN, app. III, p. 34, pl. III, fig. 6). C'est une grande et belle espèce, de forme lourde, épaisse, subsphérique, nettement striée. Assez commune dans les Marnes de Chenay et Merfy ; elle ne passe pas dans le Sparnacien ; elle est caractéristique du Calcaire de Rilly.

HYDROBIA SPARNACENSIS DESHAYES sp.

1862. *Bithinia sparnacensis* DESHAYES. Anim. sans vert., t. II, p. 500, pl. 35, fig. 5-7.
 1912. *Hydrobia sparnacensis* DESH. COSSMANN et PISSARRO. Iconog. Eoc. paris., pl. XIV, fig. 86-2.

J'avoue que je ne distingue pas cette espèce de *H. Laubrierei* COSS. de Chenay (COSSM. et P., pl. XIV, fig. 86-11) ni de *H. Barroisi* LERICHE, des Lignites du Soissonnais (pl. XIV, fig. 86-16).

Dans tous les cas c'est une affinité avec les couches fluvio-marines des Lignites ; toutefois comme les espèces de cet habitat ne sont point connues dans le Calcaire de Rilly, le renseignement est négatif et de faible valeur.

Un échantillon médiocre.

SPHÆRIUM (EUPERA) NUCLEUS DE BOISSY sp.

1846. *Cyclas nuclea* DE BOISSY. Coq. foss. Rilly, p. 270, pl. V, fig. 1.

1858. *Pisidium nucleus* DESHAYES. Anim. sans vert., I, p. 526, pl. 34, fig. 23-25.
 1858. — *cardiolum* DESH. *Id.*, p. 525, pl. 34, fig. 26-29.
 1886. — *Denainvilliersi* (pars) COSSMANN. Catal. ill. coq. foss., I, p. 132.
 1904. *Eupera Denainvilliersi* var. *cardiolum* COSSMANN et PISSARO. Iconographie, pl. xv, fig. 62-2.

J'ai compris cette espèce un peu différemment de ce qui a été fait jusqu'ici en rétablissant le *Sp. nucleus* comme une bonne espèce, bien ovulaire, bien bombée, dont le côté antérieur ne dépasse pas la hauteur de la charnière. Il est plus petit que le *Sph. Denainvilliersi*, relativement plus renflé, et moins développé du côté antérieur.

Le *Sp. nucleus* n'est autre que le *Sp. cardiolum* DESHAYES des Sables de Châlons-sur-Vesles, il passe dans le Calcaire de Rilly, dans celui de Chenay. C'est un descendant agrandi et développé qui est connu dans les Lignites sous le nom *Sp. lævigatum* DESH., 1824, auquel je suis disposé à joindre le *Sp. Denainvilliersi* DE BOISSY, 1846, le développement des lamelles ne m'apparaît que comme un meilleur aspect de conservation, et la longue charnière rectiligne est un bon caractère.

CHARA HELICTERES AD. BRONGT.

1822. *Chara helicteres* AD. BRONGNIART, in CUVIER et AL. BRONG. Descript. géol. env. Paris, 2^e éd., pp. 113, 650, pl. S, fig. 8 a, b, c, d, env. d'Épernay.
 1828. — — AD. BRONGNIART. *Mém. Muséum d'Hist. nat.*, t. VIII, p. 324, pl. xvii, fig. 3.
 1847. — — BRONG. GRAVES. Topograph. géogn. Dépt. Oise, p. 256. Lignites du Soissonnais.
 1910. — — FRITEL. Végétaux fossiles sparnaciens du Bassin de Paris. *M. S. G. F.*, n^o 40, p. 10.

Aucune espèce de *Chara* n'a encore été signalée dans le Calcaire de Rilly, mais Graves cite cette espèce dans de nombreuses localités des Lignites du Soissonnais et aussi les calcaires lacustres de Mortemer et Pronleroy (Oise) qui sont sensiblement au niveau des Marnes de Chenay. Cette espèce a été fort mal interprétée par beaucoup d'auteurs et, cependant, les figures qui en ont été données la représentent suffisamment. Probablement une erreur s'est glissée dans la localité originelle et on l'a souvent considérée comme appartenant à l'Oligocène ou au Miocène; sa place dans le Sparnacien, ne semble aucunement douteuse.

Le *Ch. helicteres* accompagne le *Ch. sparnacensis*, sa forme

est également sphérique ; sa taille est peut-être un peu moindre ; elle est pourvue de cordons arrondis peu saillants, séparés par une suture peu profonde mais très nette, tandis que dans le *Ch. sparnacensis* la suture est placée au milieu d'une crête saillante subanguleuse.

Cependant il me reste quelque doute sur l'isolement de ces espèces dont les caractères semblent cependant si distincts ; c'est qu'ayant eu l'occasion de suivre le développement des oogones d'une espèce de *Chara* dans un marécage aux environs de Gisors, j'ai pu constater de tels changements au cours de la maturation que je suis devenu très réservé sur la valeur des caractères distinctifs dans tout le genre *Chara*. Les fructifications d'abord petites et vertes, très ovalaires, à suture spirale très oblique, deviennent ensuite jaunes et arrondies à sutures presque droites ; au moment de la maturation la taille a presque doublé, la forme est régulièrement sphérique, la couleur brunâtre, les sutures horizontales.

On peut se demander si le *Chara sparnacensis* ne serait pas basé sur des échantillons desséchés dans lesquels les bandes se sont affaissées laissant en saillies les sutures qui sont habituellement en creux. De nouvelles recherches sont nécessaires.

CHARA SPARNACENSIS WATELET

1855. *Chara Brongniarti* HÉBERT (*non* BRAUN). *B. S. G. F.*, t. XIX, p. 764, fig.
 1866. — *sparnacensis* WATELET. *Descript. plantes fossiles du bassin de Paris*, p. 54, pl. xv, fig. 1.
 1889. — *helicteres* SCHIMPER (*non* BRONGT.). *Paléontol. végétale*, I, p. 222, pl. v, fig. 20-32.
 1910. — *sparnacensis* WATELET. FRITEL : *Végétaux fossiles du Sparnacien*, *Mém. S. G. F.*, n° 40, p. 10.

Cette espèce est remarquablement sphérique, comme le fait observer Hébert qui l'a le premier décrite dans une note très exacte ; elle a 7 tours de spire visibles, bien marqués par une carène suturale saillante et étroite. Le nom de Hébert ne pouvait être conservé par suite d'un nom antérieur de Braun (1850) ; celui de Schimper est une résurrection malheureuse de Brongniart dont l'espèce est restée longtemps méconnue et dont les caractères sont tout différents ; la correction de Watelet est pleinement justifiée.

PROPAGATION DES ESPÈCES.

1. Sables de Chalons-sur-Vesles, etc. — 2. Calcaire de Rilly. —
3. Marnes de Chenay (conglomérat). — 4. Lignites du Soissonnais.

<i>Helix Dumasi</i>	1	2	3	.
— <i>Droueti</i>.....	.	2	3	.
<i>Physa gigantea</i>	1	2	3	.
<i>Ancylus Matheroni</i>	1	2	3	4
<i>Limnea lignitarum</i>.....	.	.	3	4
<i>Planorbis subovatus</i>	1	.	3	4
<i>Vivipara aspersa</i>	1	2	3	.
<i>Hydrobia sparnacensis</i>.....	.	.	3	.
<i>Sphærium nucleus</i>	1	2	3	4
<i>Chara helicteres</i>.....	.	.	3	4
— <i>sparnacensis</i>.....	.	.	3	4
	6	6	11	6

Les relations sont numériquement équivalentes pour les marnes de Chenay entre le Thanétien et le Sparnacien, si nous écartons cependant les *Chara* dont la répartition est mal connue, l'affinité thanétienne devient prépondérante et c'est celle que nous adopterons,

BIBLIOGRAPHIE

- F. PLATEAU. — Notice sur les sables infra-inférieurs dits de Châlons-sur-Vesles aux environs de Reims. *Feuille Jeunes Nat.*, n° 330-331, 1^{er} avril et 1^{er} mai 1898.
- F. PLATEAU. — Notice géologique sur le territoire de Merfy. *Feuille Jeunes Nat.*, n° 419, 1^{er} septembre 1905.
- J. LAURENT. — Études scientifiques sur le pays rémois. Étude géologique, p. 48-53, Reims. *A. F. A. S.*, 1907.
- D^r LEMOINE. — Aperçu général sur Reims et ses environs au point de vue géologique, Reims, 1880, in-12. Terrains tertiaires, p. 22.
- COOREMAN et DOLLFUS. — Compte rendu excursion Soc. belge de Géologie. *Bull. Soc. belge de Géol.*, XVI, p. 209-283, 1903.
- CH. DEPÉRET. — Sur les progrès récents des connaissances sur les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, *A. F. A. S., Congrès de Reims*, 1907, rapport préparatoire, 8^e section, 8 p.
- J. LAURENT. — Le gisement de Pourcy et les travaux récents sur le Tertiaire des environs de Reims, p. 7 (Chenay). *Bull. Soc. études Sc. nat. Reims*, 1909.
- G. DOLLFUS. — Critique de la classification de l'Éocène inférieur. Lettre à M. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXIV, p. 373, 1905.
- CONSTANT PRÉVOST et HÉBERT. — Découverte d'un Oiseau fossile à la partie inférieure de l'Argile plastique (*Gastornis parisiensis*). *C. R. Ac. Sc.*, 12, 19, 26 mars 1855, t. XL.

- D^r V. LEMOINE. — Recherche sur les Oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, I, 1878, II, 1881, *Gastornis Edwardsi*.
- E.-T. NEWTON. — On the remains of a gigantea species of Bird (*Gastornis Klaasseni* n. sp.) from the Lower Eocene Beds near Croydon. *Trans. zool. Soc. of London*, XII, p. 143-160, 2 pl., 1886.
- L. DOLLO. — Présence du *Gastornis Edwardsi* à Mesvin, près Mons. *Bull. Mus. roy. Belg.*, II, 297, 1883.
- ALPH. MILNE-EDWARDS. — Recherches anatomiques et paléontologiques sur les Oiseaux fossiles. Paris, 1867-1868, 4^e, t. I, p. 165.
- R. OWEN. — On the affinities of a large extinct Bird. *Quart. J. geol. Soc.*, 1856, t. XII, p. 204.
-

TABLE

DES NOTES ET MÉMOIRES CONTENUS DANS LE VOLUME XII DU BULLETIN (1912)

	Pages
Émile Haug. — Les nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye et leurs faciès caractéristiques.....	1
Ph. Glangeaud. — Sur la genèse et la constitution des appareils volcaniques dans la chaîne des Puys : Dômes pelcéens et volcans à cratère...	16
J. Roussel. — Contribution à l'étude de la stratigraphie des Pyrénées...	19
L. Collot. — Le Miocène des Bouches-du-Rhône.....	48
Emile Haug. — Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales; 3 ^e partie : le Salzkammergut.....	105
Léon Pervinquière. — Sur la géologie de l'Extrême-Sud Tunisien et de la Tripolitaine.....	143
A. de Grossouvre et H. G. Stehlin. — Les sables de Rosières, près Saint-Florent (Cher).....	194
F. Priem. — Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud de la France.....	213
F. Priem. — Sur des Otolithes éocènes de France et d'Angleterre.....	246
F. Priem. — Sur des Poissons des terrains secondaires du Sud de la France.	250
Pierre Termier et Jean Boussac. — Le massif cristallin ligure.....	272
Pierre Bonnet. — Note préliminaire sur la constitution géologique de la gorge de Djoulfa et de ses environs.....	312
Jean Cottreau. — Observations sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'Anse du Grand-Vallat (B.-du-R.).....	331
Général de Lamothe. — Au sujet du déplacement de la Ligne de Rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène.....	343
Georges Lecointre. — Sur quelques Bryozoaires nouveaux ou peu connus du Cénomaniens du Mans.....	349
G. Garde. — Sur l'âge des terrains sédimentaires du Sahara Soudanais...	356
G. F. Dollfus. — Mathieu Mieg, notice nécrologique.....	360
Général Jourdy. — Georges Fabre, notice nécrologique.....	369
L. Pervinquière. — Aristide Toucas, notice nécrologique.....	377
Edmond Bernet. — Contribution à l'étude géologique de la Tripolitaine.	385
Edouard Harlé. — Etudes sur les landes de Gascogne : 1 ^o La soi-disant « Pénéplaine landaise » de Gascogne; 2 ^o Ancien lit de l'Adour à son débouché dans la mer.....	414
Henri Douvillé. — Classification des Lamellibranches.....	419

	Pages
<i>L. Joleaud.</i> — Sur la position systématique de <i>Cervus pachygenys</i> POMEL du Quaternaire algérien.....	468
<i>G. F. Dollfus.</i> — Recherches nouvelles sur l'Aquitaniens en Aquitaine....	472
<i>J. Repelin.</i> — Observations au sujet d'une nouvelle classification de l'Aquitaniens en Aquitaine.....	501
<i>Léon Bertrand et Louis Mengaud.</i> — Sur la structure des Pyrénées cantabriques, entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées.....	501
<i>Emm. de Martonne.</i> — L'évolution des vallées glaciaires alpines, en particulier dans les Alpes du Dauphiné.....	516
<i>J. Dareste de la Chavanne.</i> — Monographie paléontologique d'une faune de l'Infralias du Nivernais méridional	550
<i>J. Groth.</i> — Sur quelques Trilobites du Devonien de Bolivie.....	605
<i>A. Bigot.</i> — Sur la terminaison occidentale du synclinal de la Brèche-au-Diable (Calvados).....	609
<i>F. Canu.</i> — Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France.....	623
<i>J. Laurent et P. Lemoine.</i> — Les lignes tectoniques de la Champagne.....	631
<i>P. H. Fritel.</i> — Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du Bois d'Asson (Basses-Alpes) et sur un fruit de Nymphéacée du même gisement.....	643

**Excursion de la Société géologique de France
à Vigny et à Meulan (Seine-et-Oise), le 17 mars 1912**

(Étude de la position stratigraphique du calcaire pisolithique).

<i>Paul Lemoine.</i> — Compte rendu de l'excursion avec observations de MM. G. F. DOLLFUS, LÉON BERTRAND, DE BOURY, PAUL COMBES, GÉNÉRAL JOURDY, PERVINQUIÈRE.....	649
Général <i>Jourdy, Paul Combes.</i> — Discussion à la séance du 1 ^{er} avril 1912.....	660
<i>G. F. Dollfus.</i> — Considérations générales sur le calcaire pisolithique de Paris.....	661
<i>Paul Lemoine, G. Dollfus.</i> — Observations.....	668-672

**COMPTE RENDU DE LA RÉUNION EXTRAORDINAIRE
DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE A LAON, REIMS,
MONS, BRUXELLES ET ANVERS**

Liste des membres de la Société et des personnes étrangères ayant pris part à la Réunion.....	675
Programme des excursions, carte itinéraire.....	676
Liste des principales publications relatives aux régions visitées.....	683

Séance d'ouverture du 27 août 1912

<i>L. Gentil.</i> — Allocution	690
Election du Bureau.....	691

	Pages
<i>M. Leriche.</i> — Allocution.....	691
<i>Gosselet.</i> — Correspondance.....	691
<i>M. Leriche.</i> — L'Eocène des Bassins parisien et belge.....	692
<i>M. Leriche.</i> — Les terrains néogènes des environs d'Anvers.....	725

Séance du 29 août.

<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 28 août, à la Fère, Servais, Sinceny, Saint-Gobain, Septvaux et Prémontré.....	728
<i>Ch. Depéret, G. F. Dollfus, P. Jodot, G. Ramond, L. Gentil.</i> — Observations.....	735-736
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 29 août à Chailvet, Molinchart et Laon.....	737

Séance du 31 août.

<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 30 août à Montbérault, Monthenault, Chamouille, Paissy, Pargnan, Beaurieux, Glennes, Merval et Fismes.....	743
<i>Ch. Depéret.</i> — Observations.....	748
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 31 août à Pargny, Clairizet, Bligny, Chauмуzy, Pourcy, Courtagnon et Sermiers.....	748
<i>Jodot, Dollfus, Colonel Azéma.</i> — Observations.....	754
<i>D^r Langlet, M. Leriche.</i> — Allocutions.....	755

Séance du 2 septembre.

<i>Paul Lemoine.</i> — Observations.....	756
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 1 ^{er} septembre à Châlons-sur-Vesle, Chenay, Merfy et Verzenay.....	756
<i>Laurent, Dollfus, Paul Lemoine.</i> — Observations.....	760
Voyage de Reims à Mons (2 septembre).....	761
<i>J. Cornet.</i> — Excursion du 2 septembre à Cibly et à l'Eribus.....	763
<i>Ch. Depéret.</i> — Annonce d'une communication.....	777

Séance du 4 septembre.

<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 3 septembre à Leval-Trahegnies.....	778
<i>Ch. Depéret, Général de Lamothe.</i> — Observations.....	780
<i>J. Cornet.</i> — Excursion du 3 septembre au Mont Panisel.....	781
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 4 septembre à Forest, Uccle et Jette.....	785
<i>G. F. Dollfus, Ch. Depéret, P. Lemoine, F. Canu.</i> — Observations.....	794-795

Séance de clôture du 6 septembre.

<i>L. Gentil.</i> — Observations.....	796
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 5 septembre à Erondegem, Oordegem et Aeltre.....	796
<i>M. Leriche.</i> — Excursion du 6 septembre à Burght et à Anvers.....	801

	Pages
<i>Ch. Depéret, L. Gentil, Ch. Neefs, M. Leriche.</i> — Allocutions, etc..	807
<i>Ch. Depéret.</i> — Sur une faunule de Mammifères de l'Eocène moyen de Belgique.....	808
<i>Ch. Depéret.</i> — Sur un petit <i>Acerotherium</i> trouvé à Burght dans l'Argile de Boom.....	816
<i>Ch. Depéret.</i> — Sur l'existence d'une faunule de Mammifères du Pliocène supérieur dans le Scaldisien supérieur ou Pœderlien d'Anvers.....	817
<i>G. F. Dollfus.</i> — Les Marnes de Chenay, près Reims.....	818

TABLE ALPHABÉTIQUE
DES MATIÈRES ET DES AUTEURS
 du Bulletin et du Compte Rendu sommaire
 des Séances de la Société géologique de France
 — 4^e série, tome XII, Année 1912 —

Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres **gras**, les chiffres ordinaires
 maigres se rapportant aux seules pages du Compte Rendu sommaire.

A

- Acerotherium*. Sur un petit — trouvé à Burght dans l'Argile de Boom, par Ch. DEPÉRET, **816**.
- Adour*. Ancien lit de l' — à son débouché dans la mer, par Ed. HARTÉ, 164, **416**.
- Aeltre*. Réun. extr., 149, **796**.
- Afrique*. Voir : *Atlas, Egypte, Haut-Sénégal, Maroc, Niger, Oranie, Sahara, Tchad, Tripolitaine, Tunisie, Rio de Oro*.
- Agen*. Forage profond à — (Tarn-et-Garonne), par G. DOLLFUS, 161.
- Aix-les-Bains*. Relations des plis du massif de la Chartreuse avec ceux des environs d' —, par J. RÉVIL, 118.
- Aisne*. Voir : *Chailvet, Chamouille, Glennes, la Fère, Laon, Merval, Molinchart, Montbérault, Monthe-nault, Pargnan, Paissy, Prémontré, St-Gobain, Septvaux, Sinceny*.
- Algérie*. Au sujet du déplacement de la ligne de rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène, par le général DE LAMOTHE, 124, **343**. — Sur la position systématique de *Cervus pachygenys* POMEL du Quaternaire algérien, par L. JOLEAUD (4 fig.), 187, **468**.
 Voir : *Atlas, Oranie, Sahara*.
- Alpes*. Les nappes de charriage des — calcaires septentrionales, 3^e partie, le Salzkammergut, par E. HAUG (6 fig., carte, pl. I), **105**. — L'évolution des vallées glaciaires alpines, en particulier dans les — du Dauphiné, par E. DE MARTONNE (7 fig., carte), 75, **516**.
- Alpes (Basses-)*. Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du Bois d'Asson (—), par P. H. FRITEL (3 fig., pl. XXII), 173, **643**.
- Amérique*. Voir *Bolivie*.
- Angleterre*. Sur des Otolithes éocènes de France et d' —, par F. PRIEM (12 fig.), 41, **246**.
- Anjou*. Sur la présence d'un minerai de fer à la base du Cénomanien en —, par O. COUFFON, 162.
- Anvers*. Réun. extr., 129, 150, **675, 801**. — Les terrains néogènes des env. d' —, par M. LERICHE, **725**. — Sur l'existence d'une faune de Mammifères du Pliocène sup. dans le Scaldisien sup. ou Pœderlien d' —, par Ch. DEPÉRET, **817**.
- Aquitainien*. Recherches nouvelles sur l' — en Aquitaine, par G. F. DOLLFUS (4 fig.), 103, **472**. — Obs. au sujet d'une nouv. classif. de l' — en Aquitaine, par J. REPÉLIN [Obs. de G. DOLLFUS], 190, **501**.

ARBENZ (Paul). Prés. d'ouvr., 9.
Armagnac. Mollasse de l'—, par G. F. DOLLFUS, 105.
Asie. Voir *Transcaucasie*.
Asturies. Chevauchement du Paléozoïque de la sierra de Pimiango sur le Nummulitique des environs de Colombres (—), par L. MENGAUD, 116.
Atlas. Une carte géologique du Haut-Atlas marocain, par A. BRIVES, 24.
Auvergne. Observat. sur les volcans d'—, par Ph. GLANGEAUD, 51.
 AZÉMA (Col^{le}). Note stratigraphique sur le massif de la Serre (Jura) [Obs. du général JOURDY], 52. — Réun. extr., Obs., 754.

B

Beauce. Nouveau gîte de Calcaire de— fossilifère, par G. DOLLFUS, 181.
Beaurieux. Réun. extr., 135, 743.
Belgique. Réun. extr., 129, 675. — L'Éocène des Bassins parisiens et belge, par M. LERICHE (11 fig., pl. XXIII-XXVII), 692. — Les terrains néogènes des env. d'Anvers, par M. LERICHE, 725. — Sur une faunule de Mammifères de l'Éocène moy. de —, par Ch. DEPÉRET (pl. XXX, 808).
Belledonne. Sédimentation et mouvements du sol dans la partie mérid. de la chaîne de — durant la première moitié du Jurassique, par P. LORY, 43.
 BERNET (Edmond). — Contribution à l'étude géol. de la Tripolitaine (18 fig., 2 cartes), 94, 385.
 BERTRAND (Léon). Sur divers points de géologie pyrénéenne, 19. — Prés. d'ouvr., 42, 171. — C. R. de l'Exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912, observ., 650, 652, 654.
 BERTRAND (Léon) et Louis MENGAUD. — Sur la structure des Pyrénées cantabriques entre Santander et Llanes, et leurs relations probables avec les Pyrénées (8 fig., carte), 173, 504.
Bibliographies. Les Nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye, par E. HAUG, 15. — Le Miocène des Bouches-du-Rhône, par L. COLLOT, 48. — Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales, par E. HAUG, 108. — Liste des travaux de Mathieu MIEG, par H. G. STEHLIN, 365. — Liste des publications géol. de Georges FABRE, par le général

JOURDY, 375. — Liste des publications d'Aristide TOUCAS, par L. PERVINQUIÈRE, 382. — Liste des publications ayant servi de références dans la note sur l'Infralias du Nivernais, par DARESTE DE LA CHAVANNE, 603. — Liste des principales publications relatives aux régions visitées par la Réunion extr. de la Soc. géol. de Fr. en 1912, par M. LERICHE, 683. — Bibl. des Marnes de Chenay, près Reims, par G. F. DOLLFUS, 826.
 BIGOT (A.). Sur la terminaison occid. du synclinal de la Brèche-au-Diable (Calvados) (Carte), 163, 609.
 BLAYAC (J.). Prés. d'ouvr., 73.
 Bligny. Réun. extr., 137, 748.
Bolivie. Sur quelques Trilobites du Devonien de —, par J. GROTH (pl. XVIII-XIX), 162, 605.
Bois d'Asson. Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du — (Basses-Alpes), et sur un fruit de Nymphaécée du même gisement, par P. H. FRITEL (3 fig., pl. XXII), 173, 643.
 BONNET (P.). Note préliminaire sur la constitution géol. de la gorge de Djoulfa et de ses environs (3 fig., pl. XI-XII), 86, 312. — Sur une mission en Transcaucasie (1911), 114.
Boom. Sur un petit *Acerotherium* trouvé à Burgh, dans l'Argile de —, par Ch. DEPÉRET, 816.
Bouches-du-Rhône. Le Miocène des —, par L. COLLOT (6 fig., carte), 27, 48. — Obs. sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'anse du Grand Vallat (—), par J. COTTREAU (2 cartes), 82, 331.
 BOULE (M.). Prés. d'ouvr., 96.
Boulou (le). — Sur le grès éocène de Moulou, près — (Pyr.-Or.), par Ch. DEPÉRET, 21.
 BOURGEAT (abbé). Sur le mont Roland et sur le Bathonien des environs de Dôle, 94.
 BOURY (De). Exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912, obs., 654.
 BOUSSAC (J.). Prés. d'ouvr., 43. — Études paléontol. sur le Nummulitique alpin, 99.
 BOUSSAC (J.) et P. TERMIER. Le massif cristallin ligure (6 fig., pl. X), 107, 272.
 BOUTILLIER (Louis). Nécrologie, 58.
Bray. Sur les principales modifications apportées en 2^e édition, à la feuille géolog. de Neufchâtel-en —, par P. LEMOINE, 90.

- Brèche-au-Diable*. Sur la terminaison occid. du syncl. de la — (Calvados), par A. BIGOT (carte), 163, **609**.
- Briançonnais*. Sur les couches à *Mytilus* du —, par W. KILIAN, 189.
- BRIVES** (A.). Une carte géologique du Haut Atlas marocain [Obs. de Emm. de MARGERIE, P. LEMOINE], 21. — A propos d'une carte géologique du Haut Atlas marocain [Obs. de L. GENTIL], 39.
- BRUNHES** (Jean). Prés. d'ouvr., 9.
- Bruxelles*. Réun. extr., 129, **675**.
- Bryozoaires*. Sur qq. Bryozoaires nouv. ou peu connus du Cénomaniens du Mans, par G. LECOINTRE (3 fig., pl. XIII-XIV), **349**. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France, par F. CANU (fig., pl. XX-XXI), 168, **623**.
- Bureau de la Société*, 3. — De la Réunion extr., 130, **691**.
- Burght*. Réun. extr., 150, **801**. — Sur un petit *Acerotherium* trouvé à — dans l'Argile de Boom, par Ch. DEPÉRET, **816**.

C

- CALDERON** (Salvador). Nécrologie, 57.
- Calédonie (Nouvelle)*. Sur l'exist. du Trias inf. et du Permien en Nouvelle —, par M. PIROUTET, 187.
- Calvados*. Sur la terminaison occid. du syncl. de la Brèche-au-Diable (—), par A. BIGOT (carte), 163, **609**.
- CANU** (F.). Prés. d'ouvr., 100. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France (fig., pl. XX-XXI), 168, **623**. — Réun. extr., obs., **795**.
- CARDOT** (Ch.). Prés. d'ouvr., 178.
- CAREZ** (L.). Prés. d'ouvr., 97.
- Cartes*. C. indiquant l'extension des eaux burdigalienne, tortonienne et pontique dans les Bouches-du-Rhône, par L. COLLOT, **97**. — Esquisse géol. de la fenêtre de Gosau, par E. HAUG, **119**. — Esquisse géol. de l'Extrême-Sud tunisien, par L. PERVINQUIÈRE, 1/3 000 000, **144**. — Carte du massif cristallin ligure, par P. TERNIER et Jean BOUSSAC, 1/100 000, pl. X. — Schéma géol. de la côte du port de Gignac au cap Couronne, par J. COTTREAU, 1/100 000, **332**. — La côte du Grand-Vallat au Sausset, par J. COTTREAU, 1/20 000, **334**. — Carte géol. du Sahara soudanais, par G. GARDE, **357**. — Carte géol. du Djebel Gharian, par Ed. BERNET, 1/200 000, **389**. — Essai de synthèse des grandes lignes tectoniques de la Tripolitaine, par Ed. BERNET, 1/12 500 000, **412**. — Essai de carte géol. structurale de la portion occid. de la région étudiée par M. L. MENGAUD, entre Llanes et Cabezon de la Sal (Pyrénées cantabriques), 1/300 000 env., **505**. — Essai de carte morphologique d'une partie de la Maurienne, par E. de MARTONNE, 1/200 000, **527**. — Env. d'Azy-le-Vif, d'après l'État-major, 1/100 000, **550**. — Esquisse géol. des env. d'Azy-le-Vif (Nièvre), par DARESTE de LA CHAVANNE, 1/80 000, **552**. — Carte géol. du Cinglais, par A. BIGOT, 1/100 000, **621**. — Lambeaux témoins et sondages profonds en Champagne, par J. LAURENT et Paul LEMOINE, **635**. — Carte géol. des env. de Vigny et de Meulan, 1/80 000, **653**. — Carte itinéraire des régions parcourues par la Réunion extr. de la Soc. géol. en 1912, par M. LERICHE, **682**. — C. géol. des env. de Bruxelles, 1/120 000, **786**. — C. géol. des env. de Forest et Uccle, 1/20 000, **787**. — C. géol. des env. de Jette, 1/20 000, **791**. — C. géol. des env. d'Anvers, 1/100 000, **803**. — Cartes paléogéographiques du Landénien, de l'Yprésien, du Lutétien, du Lédien, du Bartonien, par M. LERICHE, 1/2 000 000, pl. XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII.
- CAYEUX** (L.). Prés. d'ouvr., 98.
- Cellepora edax* BUSK. (fig.), **805**.
- Cénomaniens*. Sur la présence d'un minerai de fer à la base du — d'Anjou, par O. COUFFON, 162. — Sur quelques Bryozoaires nouv. ou peu connus du — du Mans, par G. LECOINTRE (3 fig., pl. XIII-XIV), **349**.
- Chailvet*. Réun. extr., 134, **737**.
- CHAIX** (E.). Prés. d'ouvr., 9.
- Châlons-sur-Vesle*. Réun. extr., 140, **756**.
- Chamouille*. Réun. extr., 135, **743**.
- Champagne*. Les lignes tectoniques de la —, par P. LEMOINE et J. LAURENT (4 fig., carte), 174, **631**.
- Charriages*. Voir *Tectonique*.
- Chartreuse*. Relations des plis du massif de la — avec ceux d'Aix-les-Bains, par J. RÉVIL, 118.

Charente-Inférieure. L'Yprésien du pays de Cosnac (—), par J. WELSCH, 39.

Chaumazy. Réun. extr., 137, **748**.

CHAYANNE (DARESTE DE LA). Prés. d'ouvr., 84. — Monogr. paléont. d'une faune de l'Infralias du Nivernais mérid. (7 fig., carte, pl. XV-XVII), 160, **550**.

Chenay. Réun. extr., 140, **756**. — Les Marnes de Chenay, près Reims, par G. F. DOLLFUS, **818**.

Cher. Les sables de Rosières près St-Florent (—), par A. de GROSSOUVRE et H. G. STEHLIN (1 fig., pl. IV-V), 14, **194**. — Sur l'âge des calcaires lacustres et d'autres dépôts superficiels de la Nièvre et du —, par A. de GROSSOUVRE, 179.

Cibly. Réun. extr., **763**.

Clamecy. Sur quelques points de la géologie des terrains superficiels de la région entre Cosne et — (Nièvre), par P. LEMOINE, 88.

Clairizet. Réun. extr., **748**.

COLLIN (L.). Prés. d'ouvr., 159.

COLLOT (L.). Le Miocène des Bouches-du-Rhône (6 fig., carte), 27, **48**.

Colombres (Asturies). Chevauchement du Paléozoïque de la sierra de Pimango sur le Nummulitique des environs de — (Asturies), par L. MENGAUD, 116.

COMBES (Paul). Exc. de la Soc. géol. de France, à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912, obs. **658, 660**.

COQUIDÉ (E.). Prés. d'ouvr., 50.

CORNET (J.). Réun. extr., Excurs. à Cibly et à l'Éribus, C. R., **763**. — Excurs. au Mont-Panissel, **781**.

Cosnac. L'Yprésien du pays de — (Charente-Inférieure), par J. WELSCH, 39.

Cosne. Sur la présence d'un bassin lacustre bartonien aux environs de — (Nièvre), par P. JODOT, 86. — Sur quelques points de la géologie des terrains superficiels de la région entre — et Clamecy (Nièvre), par P. LEMOINE, 88.

COSSMANN (M.). Prés. d'ouvr., 155.

COSSMANN et PEYROT. Prés. d'ouvr., 98.

COTTEAU (J.). Observ. sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'anse du Grand-Vallat (B.-du-R.) (2 cartes), 82, **331**.

COUFFON (O.). Prés. d'ouvr., 157. — Sur la présence d'un minerai de fer

à la base du Cénomanién d'Anjou 162.

COUFFON (O.) et Robert DOUVILLÉ. Note préliminaire sur la faune jurassique des environs de Montreuil-Bellay, 111.

Courtagnon. Réun. extr., 137, **748**.

COURTY (G.). A propos d'un point de paléogéographie yprésienne [Observ. de P. COMBES], 23.

Crétacé. Le — de la région de Rouen, par G. DOLLFUS et R. FORTIN, 10.

Voir : *Cénomanién, Pisolithique*.

CRÉIÉ (L.). Nécrologie, 165.

Cuisien. Sur la présence du — aux environs de Gisors, par P. H. FRITEL, 11.

D

Dauphiné. Voir : *Alpes*.

DEPÉRET (Ch.). Sur le grès éocène de Moulas, près le Boulou (Pyénées-Orientales), 21. — Recherches géol. et géog. de M. FLAMAND sur le haut pays de l'Oranie et sur le Sahara, 22. — Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel à M. Fr. ROMAN, 66. — Sur l'âge des couches de Rio-de-Oro, 123. — L'Oligocène du bassin de Roanne et les gisements de Vertèbres fossiles, 172. — Réun. extraord., obs. **734, 736, 748, 777, 780, 794, 807**. — Sur une faunule de Mammifères de l'Éocène moyen de Belgique (pl. XXX), **808**. — Sur un petit *Acerotherium* trouvé à Burghit dans l'Argile de Boom, **816**. — Sur l'existence d'une faunule de Mammifères du Pliocène sup. dans le Scaldisien sup. ou Pœderlien d'Anvers, **817**.

DETROYAT (A.). — Nécrologie, 56.

Devonien. Sur quelques Trilobites du — de Bolivie, par J. GROTH (pl. XVIII-XIX), 162, **605**. — Note préliminaire sur la constitution géol. de la gorge de Djoulfa et de ses env., par P. BONNET (3 fig., pl. XI-XII), **312**.

DOLLFUS (G.). Prés. d'ouvr., 18, 74, 156. — Sur la géologie et l'hydrologie des environs de Versailles, 33. — Recherches nouvelles sur l'Aquitanién en Aquitaine (4 fig.), 103, **472**. — Mollasse de l'Armagnac, 105. — Forage profond à Agen (Tarn-et-Ga-

ronne), 161. — Découverte de l'horizon d'Ormoï (Kasselien), près Maintenenon (E.-et-L.), 180. — Nouveau gîte de Calcaire de Beauce fossilifère, 181. — Mathieu MIEG, notice nécrol., 300. — C. R. de l'exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912; observ. 650, 651, 652, 654. — Considérations sur le Calc. pisolithique de Paris, 661, 672 [obs. de P. LEMOINE, 668]. — Réun. extr., obs. 735, 754, 760, 794, 795. — Les Marnes de Chenay, près Reims, 818.

DOLLFUS (G.) et R. FORTIN. Note sur le Crétacé de la région de Rouen, 10.

Dordogne. Nombreux restes de Lemming dans la station préhist. de l'abri Mège à Teyjat (—), par Ed. HARLÉ, 119.

DOUVILLÉ (Henri). Prés. d'ouvr., 49, 74, 155. — Rapport sur l'attribution du prix Gaudry à M. —, par E. HAUG, 61. — Classification des Lamellibranches (80 fig.), 101, 419.

DOUVILLÉ (Robert). Prés. d'ouvr., 10, 166. — Étude sur les Ammonites oxfordiennes de Villers-sur-Mer, 91. — Obs. sur la zone à *Quenstedticeras præcordatum*, 112.

DOUVILLÉ (R.) et O. COUFFON. Note préliminaire sur la faune jurassique des environs de Montreuil-Bellay, 111.

DUMAS (Aug.). Nécrologie, 57.

DUPARC (L.) et A. MONNIER. Traité de technique minéralogique et pétrographique, 170.

DUPONT (Ed. Fr.). Nécrologie, 56.

E

Égypte. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (— et région du Tchad), par F. PRIEM, 186.

Embrunais. Les nappes de charriages de l'— et de l'Ubaye, et leurs faciès caractéristiques, par E. HAUG, 36, 1.

Eocène. Sur des Otolithes —s de France et d'Angleterre, par F. PRIEM (12 fig.), 41, 246. — L'Eocène des Bassins parisiens et belge, par M. LERICHE (11 fig., pl. XXIII-XXVII), 692. — Sur une faunule de Mammifères de l'— moy. de Belgique, par Ch. DEPÉRET (pl. XXX), 808.

Eribus (l'). Réun. extr. 763.

Erondegem. Réun. extr., 149, 796.

Espagne. Sur la structure des Pyrénées cantabriques, entre Santander et Llanes, et leurs relations probables avec les Pyrénées; par LÉON BERTRAND et LOUIS MENGAUD (8 fig., carte), 173, 504.

Voir : Asturies.

Eure. Voir : Gisors.

Excursion de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan (S.-et-O.) (9 fig., carte), 649.

F

FABRE (Georges). Notice nécrologique, par le général JOURDY, 56, 369.

FAIRMAN (Ed. St-John). Nécrologie, 56.

FALLOT (P.) et Ch. JACOB. Prés. d'ouvr., 171.

Fère (la). Réun. extr., 131, 728.

Fez. Obs. géol. entre — et la côte atlant., par L. GENTIL, 12.

Fismes. Réun. extr., 135, 743.

FORTIN (R.) et G. DOLLFUS. Note sur le Crétacé de la région de Rouen, 10.

FLAMAND (G. B. M.). Recherches géol. et géogr. de M. — sur le haut pays de l'Oranie et sur le Sahara, 22.

Forest. Réun. extr., 146, 785.

FOURNIER (Dr. A.). Nécrologie, 56.

FOURNIER (E.). Sur divers points de la géologie des Pyrénées, 14.

FRITEL (P. H.). Sur la présence, aux env. de Gisors, de l'horizon moyen du Cuisien, sous forme de banc calcaire, 11. — Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du Bois d'Asson (Basses-Alpes) et sur un fruit de Nymphéacée du même gisement (3 fig., pl. XXII), 173, 643.

FRITEL (P. H.) et VIGUIER. Prés. d'ouvr., 10.

G

GARDE (G.). Sur l'âge des terrains sédimentaires du Sahara soudanais (2 fig.), 83, 356.

Gascogne. Dunes parallèles au vent sur la côte de — par Ed. HARLÉ, 34. — Age des dunes de l'intérieur de la —, par Ed. HARLÉ, 120. — Études sur les landes de —, par E. HARLÉ, 414.

GENTIL (Louis). Allocution, 5. — Obs. géol. entre Fez et la côte atlant. (Maroc), 12. — Sur quelques points de la géologie du Haut Atlas marocain, 25. — Prés. d'ouvr., 50. — Allocution, 55. — Rapport sur l'attribution du prix Prestwich, à M. E. de MARGERIE, 63. — Alloc., 130, 153. — Prés. d'ouvr., 159. — Réun. extr. Alloc. **690**, Obs. **736**, **796**.

Géographie physique. L'évolution des vallées glaciaires alpines, en particulier dans les Alpes du Dauphiné, par E. de MARTONNE (7 fig., carte), 75, **516**.

GIGNOUX (M.) et W. KILIAN. Les formations fluvioglacières du Bas-Dauphiné, 17.

Gisors. Sur la présence de l'horizon moyen du Cuisien aux env. de —, par P. H. FRITEL, 11.

Glaciaire. L'évolution des vallées glaciaires alpines, en particulier dans les Alpes du Dauphiné, par E. de MARTONNE (7 fig., carte), 75, **516**.

GLANGEAUD (Ph.). Sur la genèse et la constitution des appareils volcaniques dans la chaîne des Puys : dômes peléens et volcans à cratère, 51, **16**. — Prés. d'ouvr., 171.

Glennes. Réun. extr., 135, **743**.

GOLFIER. Nécrologie, 97.

GOSSELET. Réun. extr., Correspondance, **691**.

GRAMONT (A. DE). Prés. d'ouvr., 101.

Grenoble, Découv. d'un nouv. gis. très fossil. de la couche phosph. et glaucon. de l'Hauterivien inf. au Muret, près —, par W. KILIAN, 122.

GROSSOUVRE (A. DE). Le Crétacé de la Loire-Inf. et de la Vendée, 178. — Sur l'âge des calc. lacustres et d'autres dépôts superficiels de la Nièvre et du Cher, 179.

GROSSOUVRE (A. DE) et H. G. STELLIN. Les sables de Rosières, près Saint-Florent (Cher) (1 fig., pl. IV-V), 14, **194**.

GROTH (J.). Sur quelques Trilobites du Devonien de Bolivie (pl. XVIII-XIX), 162, **605**.

GUÉBHARD (D^r). Prés. d'ouvr., 165.

H

HARLÉ (Edouard). Dunes parallèles au vent sur la côte de Gascogne, 34. — Nombreux restes de Lemming dans

la station préhistorique de l'abri Mège, à Teyjat (Dordogne), 119. — Age des dunes de l'intérieur de la Gascogne, 120. — La soi-disant « Pénéplaine landaise » de Gascogne, 164, **414**. — Ancien lit de l'Adour à son débouché dans la mer, 164, **416**. — Comm., 168.

HAUG (Emile). Les nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye et leurs faciès caractéristiques, 36, **1**. — Rapport sur l'attribution du prix Gaudry à M. Henri DOUVILLÉ, 61. — Prés. d'ouvr., 124. — Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales, 3^e partie, le Salzkammergut, par E. HAUG (6 fig., carte, pl. I), **105**.

HOERNES (R.). Nécrologie, 165.

HUBERT (Henry). Sur les grès siliceux du Haut-Sénégal et Niger, 46.

I

Italie. Le massif cristallin ligure, par P. TERMIER et J. BOUSSAC (6 fig., pl. X), 107, **272**.

Infralias. Monogr. pal. d'une faune de l'— du Nivernais mérid., par DARESTE DE LA CHAVANNE (7 fig., 2 cartes, pl. XV-XVII), 160, **550**.

J

JACOB (Ch.). Prés. d'ouvr., 168, 171.

JEANNET (A.). Prés. d'ouvr., 100.

Jersey. The Geology of Jersey, par J. SINEL, 167.

Jette. Réun. extr., 146, **785**.

JODOT (P.). Sur la présence d'un bassin lacustre bartonien aux environs de Cosne (Nièvre), 86. — Sur un Gastropode trouvé par M. A. JOLY dans le calcaire lacustre du Plateau stépien d'Algérie, 109. — Réun. extr., obs. **736**, **754**.

JOLEAUD (L.). Prés. d'ouvr., 33. — Sur la position systématique de *Cervus pachygenys* POMEL du Quaternaire algérien (4 fig.), 187, **468**.

JOLY (H.). Prés. d'ouvr., 84.

JOURDY (général). Note au sujet de la Réunion extr. de la Soc. géol. de Fr. dans le Jura, en 1911, 18. — Georges FABRE, notice nécrologique, **369**. — Exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny

- et à Meulan, le 17 mars 1912, obs. **659, 660.**
- JULLIEN** (Colonel). Nécrologie, 58.
- Jura.** Note au sujet de la Réunion extr. de la Soc. géol. de Fr. dans le —, par le général **JOURDY**, 18. — Note stratigraphique sur le massif de la Serre (—), par le col. **AZÉMA**, 52.
- K**
- KILIAN** (W.). Découverte d'un nouveau gisement très fossilif. de la couche phosphatée et glauconieuse de l'Hauterivien inférieur, au Muret, près de Grenoble, 122. — Sur les couches à *Mytilus* du Briançonnais, 189.
- L**
- LACROIX** (A.). Prés. d'ouvr., 82.
- LAFLAMME** (Mgr J. Clovis). Nécrologie, 55.
- LAMBERT** (J.). Prés. d'ouvr., 159, 179.
- Lamellibranches.** Classification des —, par Henri **DOUVILLÉ** (80 fig.), 101, **419.**
- LAMOTHE** (général de). Au sujet du déplacement de la ligne de rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène, 124, **343.** — Réunion. extr., obs., **780.**
- Landes:** Etudes sur les — de Gascogne, par E. **HARLÉ**, **414.**
- LANGLET** (Dr). Réunion. extr. Allocutions **755.**
- Laon.** Réunion. extr., 129, 134, **675, 690, 737.**
- LAPARENT** (Jacques de). Prés. d'ouvr., 82.
- LAURENT** (J.). Réunion. extr., obs., **760.**
- LAURENT** (J.) et P. **LEMOINE.** Les lignes tectoniques de la Champagne (4 fig., carte), 174, **631.**
- LECOINTRE** (G.). Sur quelques Bryozoaires nouv. ou peu connus du Cénomaniens du Mans, par G. **LECOINTRE** (3 fig., pl. XIII-XIV), **349.**
- LEMOINE** (Paul). Prés. d'ouvr., 30. — Obs. 31. — Sur quelques points de la géologie des terrains superficiels de la région entre Cosne et Clamecy (Nièvre), 88. — Sur les principales modifications apportées en 2^e édition, à la feuille géologique de Neufchâtel-en-Bray, 90. — Géologie du fond des mers : Manche et Atlantique nord, 170. — C. R. de l'exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912 (9 fig., carte), **649.** — Considérations générales sur le calcaire pisolitique, observ., **668.** — Réunion. extr., obs., **756, 761, 795.**
- LEMOINE** (Paul) et J. **LAURENT.** — Les lignes tectoniques de la Champagne (4 fig., carte), 174, **631.**
- LERICHE** (M.). Réunion. extr. de la Soc. géol. de Fr. du 27 août au 6 sept. 1912. C. R. des excursions, observations, 129 à 151, **690 à 807.** — L'Éocène des Bassins parisiens et belge (11 fig., pl. XXIII-XXVII), **692.** — Les terrains néogènes des env. d'Anvers, **725.**
- Leval-Trahegnies.** Réunion. extr., 143, **778.**
- LEVAT** (D.). Prés. d'ouvr., 158.
- Ligurie.** Voir *Italie.*
- LONGCHAMON** (M.). Essai d'une théorie sur la formation des prismes de basalte, d'après les travaux physico-chimiques récents [Obs. de **BIGOR**, R. **DOUVILLÉ**, L. **GENTIL**, A. **GUÉBARD**] 181, 185.
- LORY** (P.). Sédimentation et mouvements du sol dans la partie mérid. de la chaîne de Belledonne durant la première moitié du Jurassique, 43.
- LUGEON** (Maurice). Prés. d'ouvr., 100.
- M**
- Maintenon.** Découv. de l'horizon d'Or-moy (Kassélien), près — (E.-et-L.), par G. **DOLLFUS**, 180.
- Mammifères.** Sur une faunule de — de l'Éocène moy. de Belgique, par Ch. **DEPÉRET** (pl. XXX), **808.** — Sur un petit *Acerotherium* trouvé à Burght dans l'Argile de Boom, par Ch. **DEPÉRET**, **816.** — Sur l'existence d'une faunule de — du Pliocène sup. dans le Scaldisien sup. ou Pœderlien d'Anvers, par Ch. **DEPÉRET**, **817.**
- Manche.** Géologie du fond des mers : — et Atlantique nord, par P. **LEMOINE**, 170.
- Mans** (Le). Sur qq. Bryozoaires nouv. ou peu connus du Cénomaniens, par G. **LECOINTRE** (3 fig., pl. XIII-XIV), **349.**
- MARGERIE** (Emm. de). Prés. d'ouvr., 9,

- 17, 51, 166. — Rapport sur l'attribution du prix Prestwich à M. —, par L. GENTIL, 63.
- Marne*. Voir : *Bligny, Chaumuzy, Chenay, Courtaillon, Fismes, Merfy, Pourcy, Serriers, Verzenay, Reims*.
- Maroc*. Obs. géol. entre Fez et la côte atlantique, par L. GENTIL, 12. — Carte géol. du Haut Atlas marocain par A. BRIVES, 24. — Sur quelques points de la géol. du Haut Atlas Marocain, par L. GENTIL, 25.
- MARTONNE (Emm. de). Prés. d'ouvr., 9, 38, 170. — L'évolution des vallées glaciaires alpines, en particulier dans les Alpes du Dauphiné (7 fig., carte), 75, 516.
- Massif central*. Sur la genèse et la constitution des appareils volcaniques dans la chaîne des Puys : dômes péléens et volcans à cratère, par Ph. GLANGEAUD, 51, 16.
- MAUGER (Capitaine). Prés. d'ouvr., 167.
- Mège*. Nombreux restes de Lemming dans la station préhistor. de l'abri — à Teyjat (Dordogne), par Ed. HARLÉ, 119.
- MENGAUD (L.). Chevauchement du Paléozoïque de la sierra de Pimiango sur le Nummulitique des environs de Colombes (Asturies) [Obs. de L. BERTRAND], 116. — Prés. d'ouvr., 171.
- MENGAUD (L.) et LÉON BERTRAND. Sur la structure des Pyrénées cantabriques entre Santander et Llanes, et leurs relations probables avec les Pyrénées (8 fig., carte), 173, 504.
- MENGEL (O.). Tremblement de terre local du 27 janvier 1912 dans les Pyrénées-Orientales, 46.
- Merfy*. Réun. extr., 140, 756.
- Merval*. Réun. extr., 135, 743.
- Meulan*. Excursion de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à — (S.-et-O.), le 17 mars 1912 (9 fig., carte), 53, 649.
- MEUNIER (St.). Allocution, 29. — Sur une météorite tombée près de Vitry (Ile-et-Vilaine), 84. — Prés. d'ouvr., 156.
- MICHALET (A.). Nécrologie, 73.
- MICHEL-LÉVY (A.). Nécrologie, 58.
- MIEG (Mathieu). Notice nécrologique, par G. F. DOLLFUS, 69, 360.
- Miocène*. Le — des Bouches-du-Rhône, par L. COLLOT (6 fig., carte), 27, 48.
- Molinchart*. Réun. extr., 134, 737.
- MONNIER (A.). Prés. d'ouvr., 170.
- Mons*. Réun. extr., 129, 140, 675, 761.
- Montbérault*. Réun. extr., 135, 743.
- Monthenault*. Réun. extr., 135, 743.
- Mont-Panisel*. Réun. extr., 145, 781.
- Montreuil-Bellay*. Note préliminaire sur la faune jurassique des environs de —, par R. DOUVILLÉ et O. COUFFON, 111.
- MORELLET (Lucien et Jean). Les Dasycladacées du Tertiaire parisien, 38.
- Moulas*. Sur le grès éocène de — près de Boulou (Pyr.-Or.), par Ch. DEPÉRET, 21.
- Muret*. Découverte d'un nouveau gisement très fossil. de la couche phosph. et glaucon. de l'Hauter. inf. au —, près de Grenoble, par W. KILIAN, 122.

N

Nappes de charriage. Voir *Tectonique*.

Nécrologie. BOUTILLIER (Louis), 58. —

CALDERON (Salvador), 57. — DETROYAT

(A.), 56. — DUMAS (Auguste), 57. —

DUPONT (Édouard-François), 56. —

FABRE (Georges), 56, 369. — FAIR-

MAN (Edward St-John), 56. — D^r A.

FOURNIER, 56. — JULLIEN (Colonel), 58.

— LAFLAMME (Mgr Joseph-Clovis), 55.

— MICHEL-LÉVY (A.), 58. — MIEG (Ma-

thieu), 69, 360. — M^{me} P. OEHLERT,

55. — PAQUIER (Victor), 58. — STEF-

ANESCU (Gregoriu), 55. — TOUCAS (Ar.),

56, 377.

NEGRE (Georges). Prés. d'ouvr., 37.

Neufchâtel-en-Bray. Sur les principales

modifications apportées en 2^e édi-

tion, à la feuille géologique de — par

P. LEMOINE, 90. — Les terrains néo-

gènes des env. d'Anvers, par M. LE-

RICHE, 725.

Nièvre. Sur la présence d'un bassin

lacustre bartonien aux environs de

Cosne (—), par P. JODOR, 86. — Sur

quelques points de la géologie des

terrains superficiels de la région

entre Cosne et Clamecy, par P. LE-

MOINE, 88. — Sur l'âge des calcaires

lacustres et d'autres dépôts superfi-

ciels de la — et du Cher, par A. de

GROSSOUVRE, 179.

Niger. Sur les grès schisteux du Haut-

Sénégal et —, par H. HUBERT, 46.

Nivernais. Monographie paléont. d'une

faune de l'Infralias du — mérid., par

DARESTE DE LA CHAVANNE (7 fig., 2 cartes, pl. XV-XVII), 160, **550**.
Nummulitique. Ét. pal. sur le —, par J. BOUSSAC, 99. — Chevauchement du Paléozoïque de la sierra de Pimiango sur le — des environs de Colombres (Asturies), par L. MENGAUD, 116.
Nymphéacée. Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes) et sur un fruit de — du même gisement, par P. H. FRITEL (3 fig., pl. XXII), 173, **643**.

O

OEHLERT (D.). Allocution, 4.
 OEHLERT (M^{me} P.). Nécrologie, 55.
Oordegem. Réun. extr., 149, **796**.
Oranie. Recherches géol. et géogr. de M. FLAMAND sur le haut pays de l'— et sur le Sahara, 22.
Ormy. Découverte de l'horizon d'— (Kassélien) près Maintenon (E.-et-L.), par G. DOLFFUS, 180.
Oro (Rio-de-). Voir *Rio-de-Oro*.
Otolithes. Voir *Poissons*.

P

PACHUNDARI. Gisements de gypse du Mariout, 18.
Paissy. Réun. extr., 135, **743**.
 PAQUIER (Victor). Nécrologie, 58.
Paléontologie. Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. du Sud de la France, par F. PRIEM (25 fig., pl. VI-VII), 14, **213**. — Sur des otolithes éocènes de France et d'Angleterre, par F. PRIEM (12 fig.), 41, **246**. — Sur des Poissons des terrains secondaires du Sud de la France, par F. PRIEM (6 fig., pl. VIII-IX), 78, **250**. — Sur les Ammonites oxfordiennes de Villers-sur-Mer, par R. DOUVILLÉ, 91. — Classif. des Lamellibranches, par Henri DOUVILLÉ (80 fig.), 101, **419**. — Sur un Gastropode trouvé par M. A. JOLY dans le calcaire lacustre du Plateau stéppien de l'Algérie, par P. JODOT, 109. — Note préliminaire sur la faune jurassique des environs de Montreuil-Bellay, par O. COUFFON et R. DOUVILLÉ, 111. — Obs. sur la zone à *Quenstedticeras præcordatum*, par R. DOUVILLÉ, 112. —

Sur l'âge des couches de Rio-de-Oro, par Ch. DEPÉRET, 123. — Sur quelques Bryozoaires nouv. ou peu connus du Cénomanien du Mans, par G. LECOINTRE (3 fig., pl. XIII-XIV), 124, **349**. — Monogr. paléont. d'une faune de l'Infralias du Nivernais mérid., par DARESTE DE LA CHAVANNE (7 fig., 2 cartes, pl. XV-XVII), 160, **550**. — Sur quelques Trilobites du Devonien de Bolivie, par J. GROTH (pl. XVIII-XIX), 162, **605**. — Les Bryozoaires fossiles du Sud-Ouest de la France, par F. CANU (fig., pl. XX-XXI), 168, **623**. — Les Rhynchonelles portland. néocom. et méso-crétac. du Sud-Est de la France, par Ch. JACOB et P. FALLOT, 171. — Les gisements de Vertébrés fossiles du bassin de Roanne, par Ch. DEPÉRET, 172. — Sur une plante fossile nouvelle du calc. marneux du Bois d'Asson (Basses-Alpes), et sur un fruit de Nymphéacée du même gisement, par P.-H. FRITEL (3 fig., pl. XXII), 173, **643**. — Sur la position systémat. du *Cervus pachygenys* POMEL du Quaternaire algérien, par L. JOLEAUD, 187. — Sur les couches à *Mytilus* du Briannonnais, par W. KILIAN, 189. — Les sables de Rosières, près Saint-Florent (Cher), par A. de GROSSOUVRE et H.-G. STEHLIN (1 fig., pl. IV, V), 194. — *Cellepora edax* BUSK. (fig.), p. M. LERICHE, **805**. — Sur une faunule de Mammifères de l'Éocène moy. de Belgique, par Ch. DEPÉRET (pl. XXX), **808**. — Sur un petit *Acerotherium* trouvé à Burght dans l'Argile de Boom, par Ch. DEPÉRET, **816**. — Sur l'existence d'une faune de Mammifères du Pliocène sup. dans le Scaldisien sup. ou Pœderlien d'Anvers, par Ch. DEPÉRET, **817**. — Les marnes de Chenay, près Reims, par G. F. DOLFFUS, **818**.

Pargnan. Réun. extr., 135, **743**.

Pargny. Réun. extr., 137, **748**.

Paris (Bassin de). Considérations sur le calc. pisolitique de Paris, par G. F. DOLFFUS, **661**, **672**, obs. de P. LEMOINE, **668**. — L'Éocène des Bassins parisien et belge, par M. LERICHE (11 fig., pl. XXIII-XXVII), **692**.

Permien. Sur l'exist. du Trias inf. et du — en Nouvelle-Calédonie, par M. PIROUTET, 187.

- PERVINQUIÈRE (L.)**. Sur la géologie de l'Extrême-Sud tunisien et de la Tripolitaine (17 fig., carte, pl. II-III), 45, **143**. — Existence du Lias supérieur aux environs de Tunis, 77. — Prés. d'ouvr., 157, 158. — Aristide TOUCAS. Notice nécrologique, **377**. — Exc. de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912, obs. **659**.
- PEYROT (et COSSMANN)**. Prés. d'ouvr., 98.
- PEZANT**. Prés. d'ouvr., 69.
- Pimiango**. Chevauchement du Paléozoïque de la sierra de — sur le Nummulitique des environs de Colombres (Asturies), par L. MENGAUD, 116.
- PIROUTET (M.)**. Sur l'exist. du Trias Inf. et du Permien en Nouvelle-Calédonie, 187.
- Pliocène**. Au sujet du déplacement de la ligne du rivage le long des côtes algériennes, pendant le Post —, par le général de LAMOTHE, 124, **343**. — Sur l'existence d'une faunule de Mammifères du — sup. dans le Scaldisien sup. ou Pœderlien d'Anvers, par Ch. DÉPÉRET, **817**.
- Pœderlien**. Voir *Pliocène*.
- Pisolithique**. Position stratigraphique du calc. —, à Vigny et à Meulan. Exc. du 17 mars 1912 (9 fig., carte), **649**. — Considérations sur le calc. — de Paris, par G. F. DOLLFUS, **661**, **672**, obs. de P. LEMOINE, **668**.
- Poissons**. Sur les — fossiles des terrains tertiaires du Sud de la France, par F. PRIEM (25 fig., pl. VI-VII), 14, **213**. — Sur des Otolithes éocènes de France et d'Angleterre, par F. PRIEM (12 fig.), 41, **246**. — Sur des Poissons des terrains secondaires du Sud de la France, par F. PRIEM (6 fig., pl. VIII-IX), 78, **250**. — Sur les — foss. des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse, par F. PRIEM, 186. — Sur des — foss. et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Égypte et région du Tchad), par F. PRIEM, 186.
- Pourcy**. Réun. extr., 137, **748**.
- Prémontéré**. Réun. extr., 131, **728**.
- PRIEM (F.)**. Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud de la France (25 fig., pl. VI-VII), 14, **213**. — Sur des Otolithes éocènes de France et d'Angleterre (12 fig.), 41, **246**. — Sur des Poissons des terrains secondaires du Sud de la France (6 fig., pl. VIII-IX), 78, **250**. — Sur des Poissons foss. des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse, 186. — Sur des Poissons foss. et, en particulier, des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Égypte et région du Tchad), 186.
- Primaire**. Voir : *Devonien*, *Permien*.
- Prix de la Société**, leur distribution, 60, 61, 63, 66.
- Pays**. Voir : *Volcans*.
- Pyrénées**. Sur divers points de la géologie des —, par E. FOURNIER, 14. — Sur divers points de géologie pyrénéenne, par L. BERTRAND, 19. — Sur le grès éocène de Moulas, près le Boulou (— Orient.), par Ch. DÉPÉRET, 21. — Contrib. à l'étude de la stratigr. des —, par J. ROUSSEL (26 fig.), 41, **19**. — Tremblement de terre local du 27 janvier 1912 dans les — Orient., par O. MENGEL, 46. — Sur la structure des — cantabriques et leurs relations probables avec les —, par L. BERTRAND et L. MENGAUD (8 fig., carte), 173, **504**.

Q

Quaternaire. Sur la position systématique de *Cervus pachygenys* POMEL du — algérien, par L. JOLEAUD (4 fig.), 187, **468**.

R

RAMOND (G.). Prés. d'ouvr., 32. — Réun. extr. Obs. **736**.

RAVENEAU (Louis). Prés. d'ouvr., 99.

Reims. Réun. extr., 129, **675**, **761**. — Les marnes de Chenay, près —, par G. F. DOLLFUS, **818**.

REPÉLIN (J.). Observ. au sujet d'une nouv. classific. de l'Aquitainien en Aquitaine, 190, **501**.

RÉVIL (J.). Relations des plis du massif de la Chartreuse avec ceux d'Aix-les-Bains, 118.

Réunion extraordinaire. Note au sujet de la — de la Soc. géol. de Fr. dans le Jura en 1911, par le général Jour-

dy, 18. — à Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers, du 27 août au 6 septembre 1912, 129, **675**.

Rio-de-Oro. Sur l'âge des couches de —, par Ch. DEPÉRET, 123.

Rivage. Au sujet du déplacement de la ligne du —, le long des côtes algériennes, pendant le Postpliocène, par le général de LAMOTHE, 124, **343**.

Roanne. L'Oligocène du bassin de —, par Ch. DEPÉRET, 172.

ROMAN (F.). Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel à M. —, par M. Ch. DEPÉRET, 66.

Rosières. Les sables de — près St-Florent (Cher), par A. DE GROSSOUVRE et G. STEHLIN (1 fig., pl. IV-V), 14, **194**.

Rouen. Note sur le Crétacé de la région de —, par G. DOLLFUS et R. FORTIN, 10.

ROUSSËL (J.). Prés. d'ouvr., 37. — Contribution à l'étude de la stratigraphie des Pyrénées (26 fig.), 41, **19**.

ROUYER (C.) et P. LEMOINE. Géologie du Jurassique de l'Yonne, 169.

S

Sahara. Recherches géol. et géogr. de M. FLAMAND sur le haut pays de l'Oranie et sur le —, 22. — Sur l'âge des terrains sédimentaires du — soudanais, par G. GARDE (1 fig., carte), **356**.

Saint-Florent. Les Sables de Rosières près — (Cher), par A. DE GROSSOUVRE et G. STEHLIN (1 fig., pl. IV-V), 14, **194**.

St-Gobain. Réun. extr., 131, **725**.

Salzkammergut. Voir *Alpes*.

SANDBERG (C.). Prés. d'ouvr., 83.

Sarthe. Sur qqs Bryozoaires nouv. ou peu connus du Cénomani du Mans, par G. LECOINTRE (3 fig., pl. XIII-XIV), **349**.

Sausset. Obs. sur les terrains tertiaires de la côte entre — et l'anse du Grand-Vallat (B.-du-R.), par J. COTTREAU (2 cartes), 82, **331**.

Scaldisien. Voir *Pliocène*.

Secondaire. Sur des Poissons fossiles des terrains secondaires du Sud de la

France, par F. PRIEM (6 fig., pl. VIII-IX), 78, **250**.

Voir : *Crétacé*, *Trias*.

Seine-Inférieure. Note sur le Crétacé de la région de Rouen, par R. FORTIN, 10.

Seine-et-Oise. Excursion de la Soc. géol. de Fr. à Vigny et à Meulan, le 17 mars 1912 (9 fig., carte), **649**.

Sénégal. Sur les grès siliceux du Haut- — et Niger, par H. HUBERT, 46.

Septvaux. Réun. extr., 131, **728**.

Sermiers. Réun. extr., 137, **748**.

Serre (la). Note stratigraphique sur le massif de — (Jura), par le colonel AZÉMA, 52.

Servais. Réun. extr., 131, **728**.

Sinceny. Réun. extr., 131, **728**.

Soudan. Voir *Sahara*.

STEFANESCU (Gregoriu). Nécrologie, 55.

STEFANINI (G.). Prés. d'ouvr., 81.

STEHLIN (H. G.) et A. DE GROSSOUVRE. Les sables de Rosières, près St-Florent (Cher) (1 fig., pl. IV-V), 14, **194**. — Liste des travaux de Mathieu MIEG, **365**.

Sud de la France. Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. de la France, par F. CANU (fig. pl. XX-XXI), 168, **623**. Voir : *Aquitainien*, *Secondaire*, *Tertiaire*.

Suisse. Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de —, par F. PRIEM, 186.

T

Tarn-et-Garonne. Forage profond à Agen (—), par G. DOLLFUS, 161.

Tectonique. Les nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye et leurs faciès caractéristiques, par E. HAUG, 1. — Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales, 3^e partie, le Salzkammergut, par E. HAUG (6 fig., carte, pl. I), **105**. — Sur divers points de la géologie des Pyrénées, par E. FOURNIER, 14. — Note au sujet de la Réunion extr. de la Soc. géol. de Fr. dans le Jura, par le général JOURDY, 18. — Divers points de géol. pyrén., par L. BERTRAND, 19. — Chevauchement du Paléozoïque de la Sierra de Pimiango sur le Nummulitique des environs de Colom-

bres, par L. MENGAUD, 116. — Le massif cristallin ligure, par P. TERMIER et J. BOUSSAC (6 fig., pl. X), 107, **272**. — Relat. des plis du massif de la Chartreuse avec ceux des env. d'Aix-les-Bains, par J. RÉVIL, 118. — Sur la structure des Pyrénées cantabriques et leurs relations probables avec les Pyrénées, par L. BERTRAND et L. MENGAUD, 173. — Les lignes tectoniques de la Champagne, par P. LEMOINE et J. LAURENT (4 fig., carte), 174, **631**.

TERMIER (P.). Prés. d'ouvr., 154.

TERMIER (P.) et Jean BOUSSAC. Le massif cristallin ligure (6 fig., pl. X), 107, **272**.

Tchad. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Égypte et région du —), par F. PRIEM, 186.

Tertiaire. Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires du Sud de la France, par F. PRIEM (25 fig., pl. VI-VII), 14, **213**. — Obs. sur les terrains — de la côte entre Sausset et l'anse du Grand-Vallat (B.-du-R.), par J. COTTREAU, 82, **331**. — Les lignes tectoniques de la Champagne par J. LAURENT et PAUL LEMOINE (4 fig., carte), 174, **631**.

Voir: *Aquitanien, Cuisien, Hauterivien, Mioène, Néogène, Pisolithique, Pliocène*.

Teyjat. Nombreux restes de Lemming dans la station préhistorique de l'abri Mège à — (Dordogne), par Ed. HARLÉ, 119.

TOUCAS (Aristide). Notice nécrologique, par E. PERVINQUIÈRE, 56, **377**.

Transcaucasie. Note préliminaire sur la constitution géol. de la gorge de Djoulfa, par E. BONNET (3 fig., pl. XI-II), 86, **312**. — Sur une mission en —, par P. BONNET, 114. — Sur qqs Tribolites du Devonien de Bolivie, par J. GROTH (pl. XVIII-XIX), 162, **605**.

Trias. Sur l'existence du — et du Permien en Nouvelle-Calédonie, par M. PIROUTET, 187.

Tripolitaine. Contribution à l'étude géol. de la par E. BERNET (18 fig., 2 cartes), **385**.

Voir: *Tunisie*.

Tunisie. Sur la géologie de l'Extrême-

Sud tunisien et de la Tripolitaine, par L. PERVINQUIÈRE (17 fig., carte, pl. II-III), 45, **143**.

U

Ubaye. Les nappes de charriage de l'Embrunais et de l'— et leurs faciès caractéristiques, par Em. HAUG, 36, **1**.

Uccle. Réun. extr., 146, **785**.

V

Vallat (Grand —). Observ. sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'anse du —, par J. COTTREAU (2 cartes), 82, **331**.

VÉLAIN (Ch.). Prés. d'ouvr., 84.

Versailles. Sur la géologie et l'hydrologie des environs de —, par G. DOLLFUS, 33.

Versenay. Réun. extr., 140, **756**.

VIALAY (A.). Prés. d'ouvr., 41.

Vigny. Excursion de la Soc. géol. de Fr. à — et à Meulan (S.-et-O.), le 17 mars 1912 (9 fig., carte), 53, **649**.

VIGUIER. Prés. d'ouvr., 10.

Villeneuve-sur-Lot. Un *Machairodus* soi-disant de —, par Ed. HARLÉ, 168.

Villers-sur-Mer. Étude sur les Ammonites oxfordiennes de Villers-sur-Mer, par R. DOUVILLÉ, 91.

Volcans. Sur la genèse et la constitution des appareils volcaniques dans la chaîne des Puys: dômes pélicens et — à cratère, par Ph. GLANGEAUD, 51, **16**.

W

WELSCH (Jules). Prés. d'ouvr., 37. — L'Yprésien du pays de Cosnac (Charente-Inférieure), 39.

Y

Yonne. Géologie du Jurassique de l'—, par P. LEMOINE et C. ROUYER, 169.

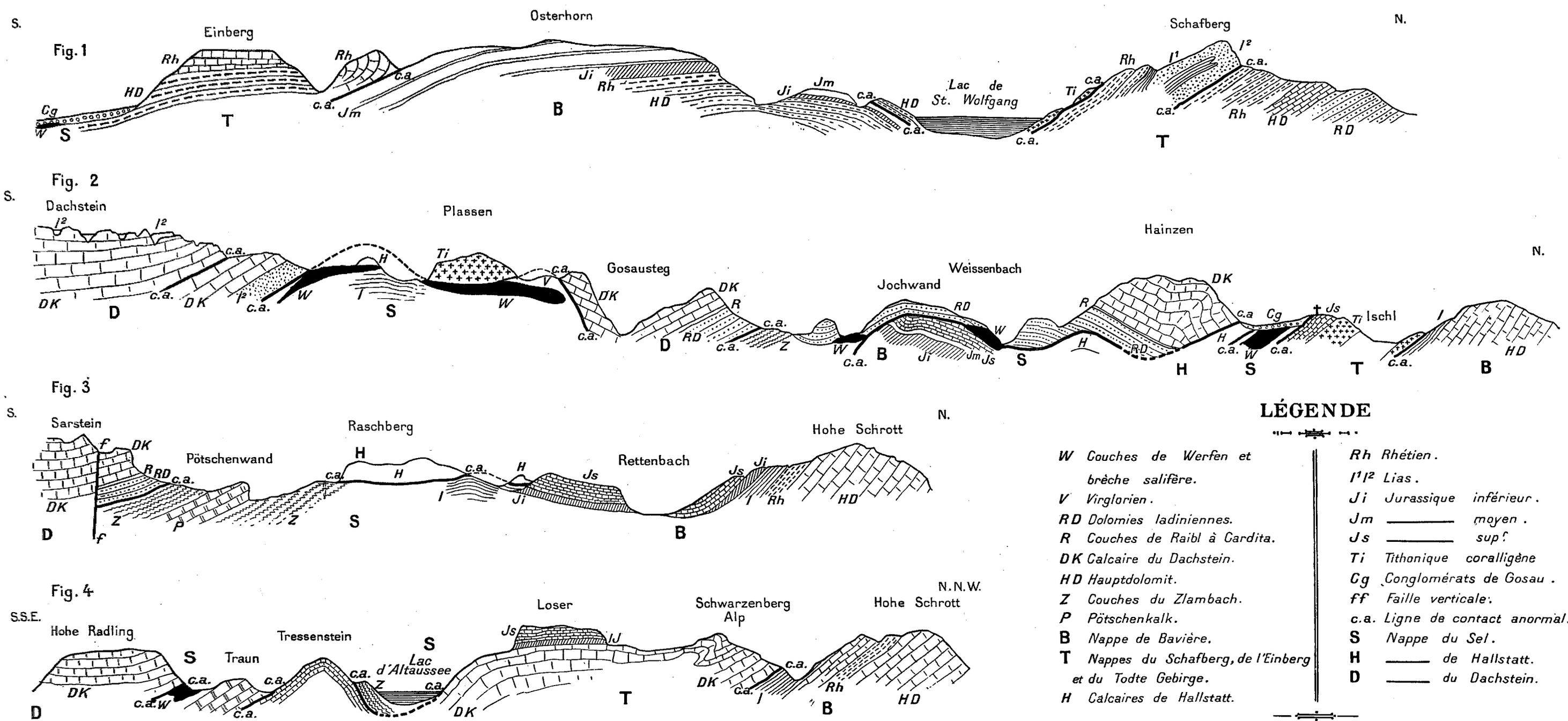
Z

ZEILLER (R.). Prés. d'ouvr., 178.

DATES DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicules 1-2 — (Feuilles 1-5)		juillet 1912.
— 3-4 — (— 6-14, pl. I-VII)		octobre 1912.
— 5-6 — (— 15-24, pl. VIII-XIV)		décembre 1912.
— 7 — (— 25-35)		avril 1913.
— 8 — (— 36-43, pl. XV-XXII)		avril 1913.
— 9 — (— 44-54, pl. XXIII-XXX)		septembre 1915.



LÉGENDE

- W Couches de Werfen et brèche salifère.
- V Virglorien.
- RD Dolomies ladiniennes.
- R Couches de Raibl à Gardita.
- DK Calcaire du Dachstein.
- HD Hauptdolomit.
- Z Couches du Zlambach.
- P Pötschenkalk.
- B Nappe de Bavière.
- T Nappes du Schafberg, de l'Einberg et du Todte Gebirge.
- H Calcaires de Hallstatt.
- Rh Rhétien.
- I¹ I² Lias.
- Ji Jurassique inférieur.
- Jm ——— moyen.
- Js ——— sup^r.
- Ti Tithonique coralligène
- Cg Conglomérats de Gosau.
- ff Faille verticale.
- c.a. Ligne de contact anormal.
- S Nappe du Sel.
- H ——— de Hallstatt.
- D ——— du Dachstein.

Échelle : 75.000

Dessiné par F. Borremans, 171 Rue St Jacques - Paris

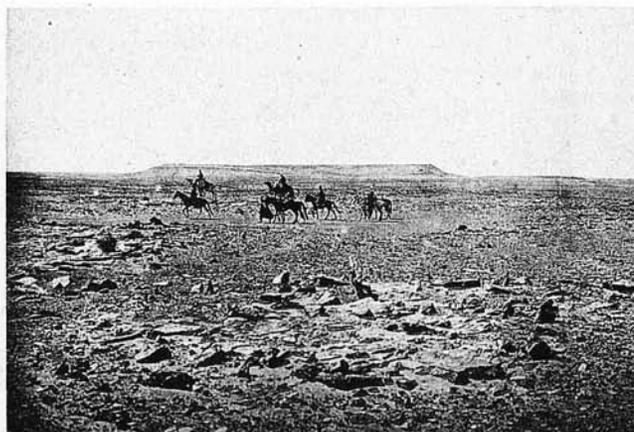
Coupes transversales à travers le Salzammergut



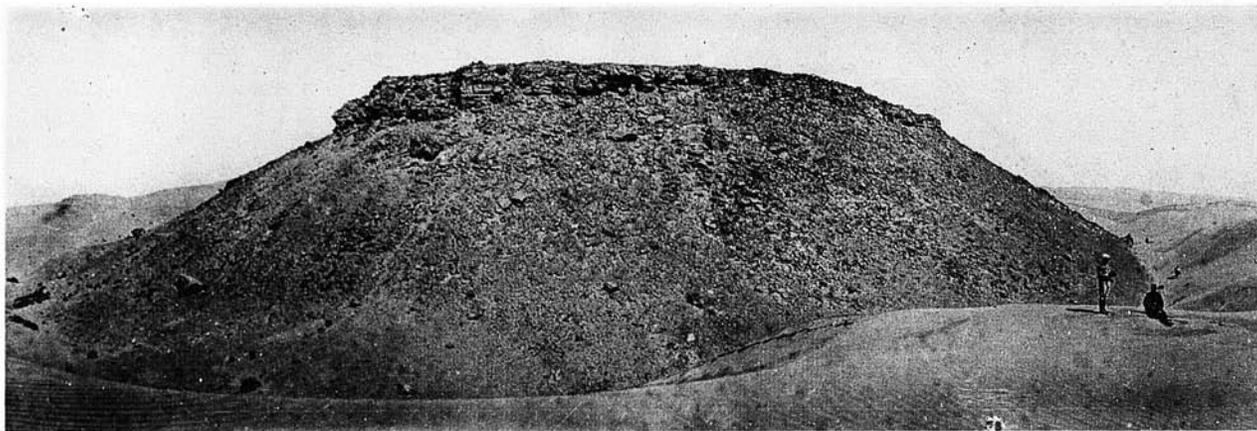
1. L'Oued Mortebea (Cénomaniens et Turonien). Le Dahar commence à la crête



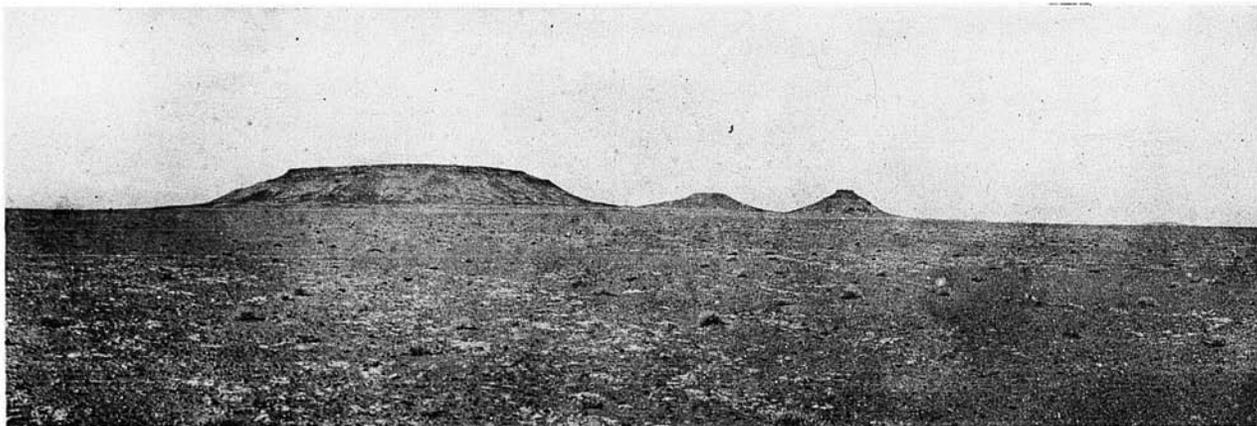
2. Khechem el Haouya. Éperon maestrichtien dominant une plaine gypseuse



3. La Hamadat el Hamra au Sud de Ghadames. Au fond la Garet el Hamel



1. La Garat Houdh el Abiodh, témoin de Maestrichtien entouré par les dunes du Grand Erg



2. Les Gour el Hattaba, témoins de Maestrichtien s'élevant au-dessus de la plaine de Ghadames

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

FIG. 1. — *Canidé* (**Cuon** sp. ?) p_1 inférieure gauche. Rosières.

2. — — — — m_1 inférieure gauche. —

3. — — — — p_1 supérieure gauche. —

4. — — — — m_2 inférieure droite. —

5. — *Félide* (**Cynailurus** sp. ?) Astragale et calcanéum droits. Rosières.

6. — — — — mt IV gauche. —

7. — — — — mt III droite. —

8. — **Sus** sp. m_3 supérieure droite. Saint-Florent.

9. — **Equus** cf. **Stenonis** var. **major** BOULE, D_1 - D_2 supérieures droites.
Rosières.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

NOTE DE A. de Grossouvre ET H.-G. Stehlin

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. XII; Pl. IV (15 Janv. 1912)



1



2



3



7



6



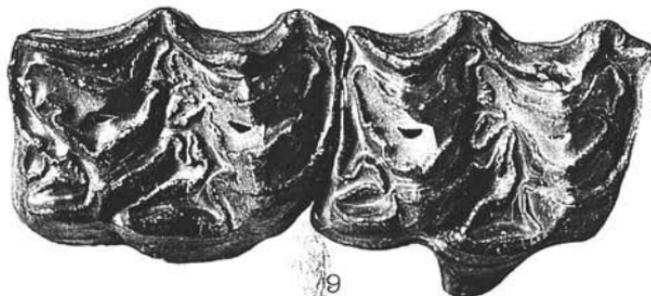
5



4



8



9

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

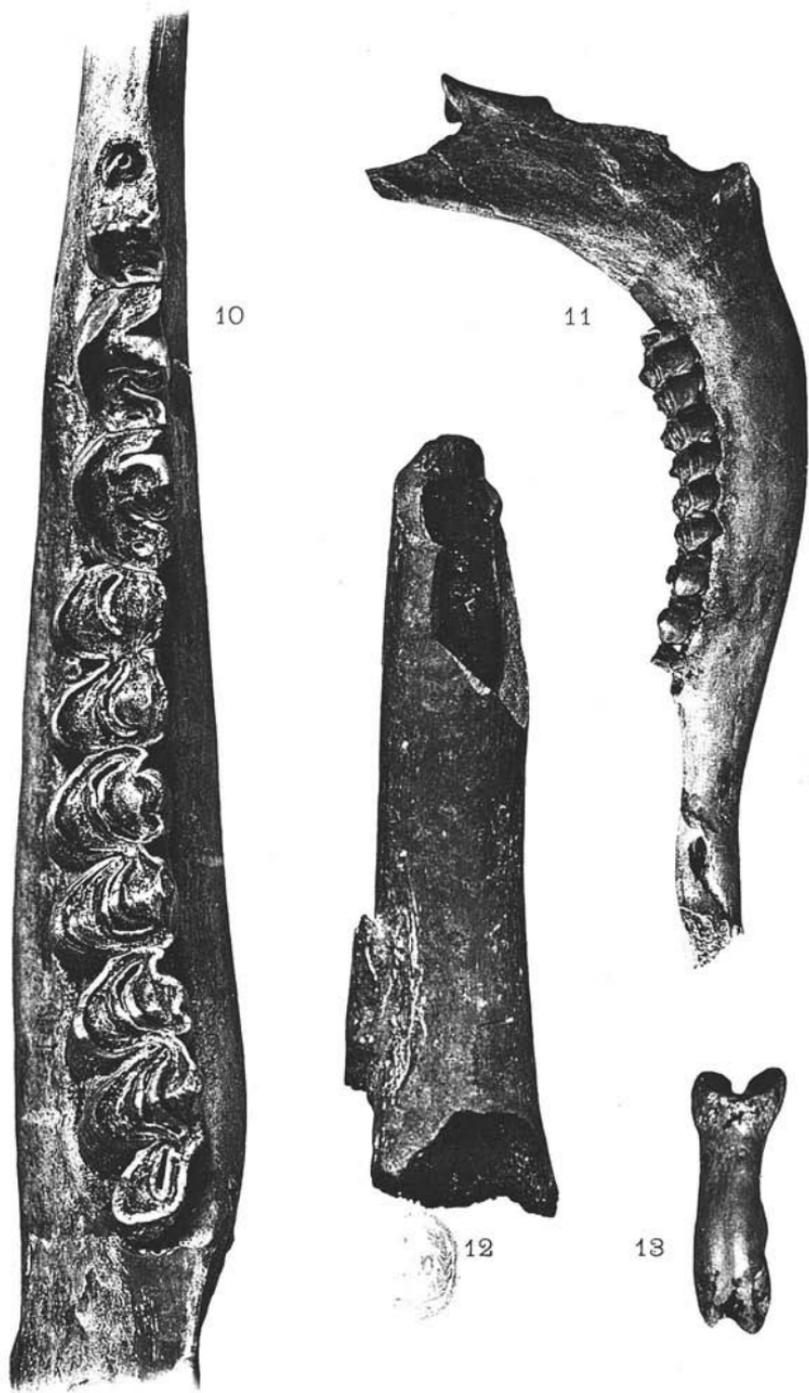
FIG. 10. — **Cervus (Megaceros ?) Dupuisi** n. sp. Mandibule gauche m_3-p_3 .
Rosières.

11. — — la même, vue du côté externe.

12. — **Canidé (Cuon sp. ?)**. Fragment distal de la diaphyse du tibia avec
péroné soudé, vu par devant.

13. — **Féliné (Cynailurus sp. ?)**. Première phalange du deuxième doigt
postérieur gauche.

La figure 11 est réduite au tiers. Les autres figures sont de grandeur naturelle



EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

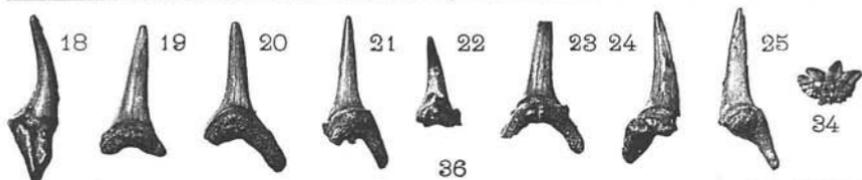
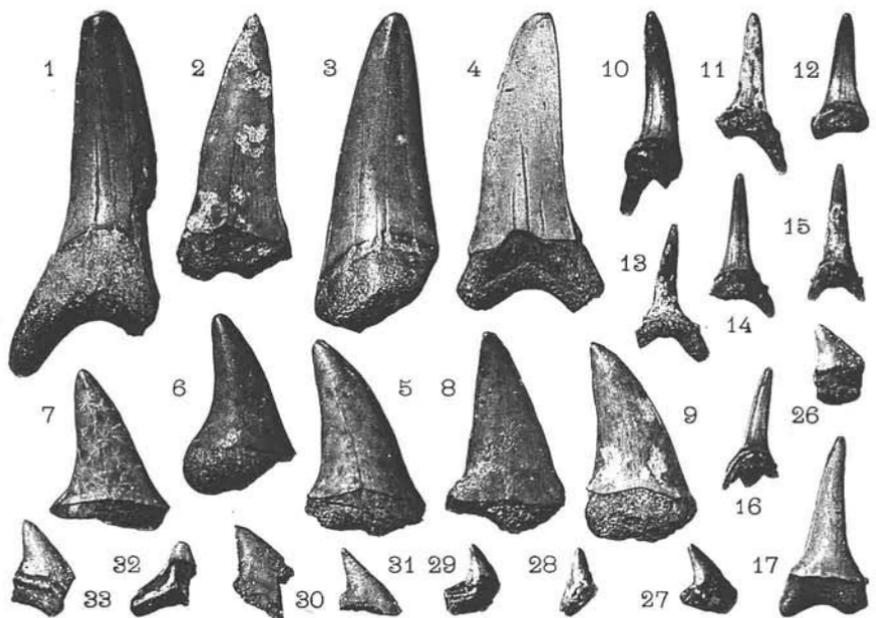
- FIG. 1-4. — **Oxyrhina Desori** Ag. Dents antérieures, vues par la face interne (fig. 1 et 3) et par la face externe (fig. 2 et 4). Clansayes (Drôme), Helvétien [coll. A. Gevrey].
- 5-9. — **Oxyrhina Desori** Ag. Dents latérales supérieures vues par la face interne. Même localité [même collection].
- 10-17. — **Odontaspis cuspidata** Ag. Dents antérieures vues par la face interne (fig. 10-16) et par la face externe (fig. 17). Même localité [même collection].
- 18-25. — **Odontaspis contortidens** Ag. Dents antérieures vues par la face interne (fig. 19-25) et de profil (fig. 18). Même localité [même collection].
- 26-33. — **Galeus ?** ou **Carcharias ?** sp. Dents vues par la face interne. Même localité [même collection].
34. — **Notidanus primigenius** Ag. Dent symphysaire inférieure, face interne. Même localité [même collection].
35. — **Cobitis** sp. Rochessauve (Ardèche). Miocène supérieur [coll. A. Bioche].
36. — **Clupea Linderi** n. sp. Pliocène de la Tave (Gard) [coll. de Paléontologie de l'École nationale des Mines].

Les pièces figurées sur les planches sont représentées en grandeur naturelle. Les clichés des planches et les figures du texte ont été exécutés par M. J. Papoint, préparateur au Muséum.

NOTE DE F. Priem

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. XII; Pl. VI (15 Janv. 1912)



Clichés Papoint.

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

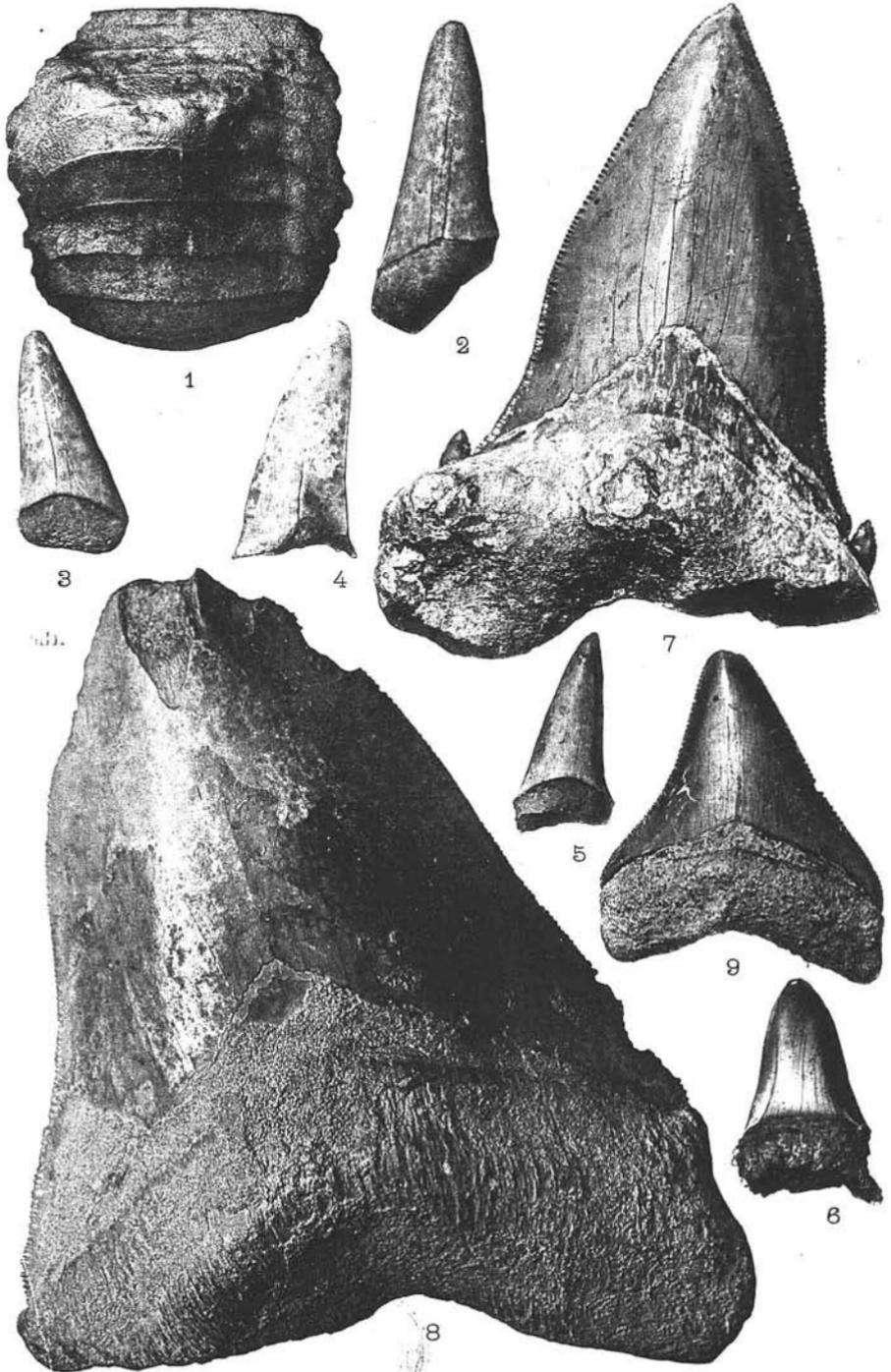
- FIG. 1. — **Myliobatis** aff. **meridionalis** P. GERVAIS. Dentition supérieure. Bordeaux (Gironde), Miocène [coll. de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle].
- 2-5. — **Oxyrhina** **Desori** AG. Dents latérales inférieures vues par la face interne. Clansayes (Drôme), Helvétien [coll. A. Gevrey].
6. — **Oxyrhina** **crassa** AG. Dent vue par la face interne. Dax (Landes), Burdigalien [coll. de Paléontologie du Muséum].
7. — **Carcharodon** **angustidens** AG. Dent vue par la face interne. Lormont (Gironde), Oligocène [coll. A. Gevrey].
8. — **Carcharodon** **megalodon** AG. Dent vue par la face interne. Malles (Basses-Pyrénées), Helvétien [coll. A. Gevrey].
9. — **Carcharodon** **megalodon** var. **productus** AG. Dent vue par la face interne. Grignan (Drôme), Burdigalien [coll. A. Gevrey].

Les pièces figurées sur les planches sont représentées en grandeur naturelle. Les clichés des planches et les figures du texte ont été exécutés par M. J. Papoint, préparateur au Muséum.

NOTE DE F. Priem

Bull. Soc. géol. de France.

S. 4; T. XII; Pl. VII (15 Janv. 1912)



Clichés Papoint

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

- FIG. 1-2. — **Pholidophorus Bertrandi**, n. sp. — Empreinte et contre-
empreinte. Route de Saint-Sirac à Leichert (Ariège) — Rhétien.
- FIG. 3. — **Notidanus serratus** FRAAS. — Dent vue par la face interne. Les
Prés (Drôme), probablement Jurassique supérieur. — Coll. Gevrey.
- FIG. 4. — **Lepidotus maximus** WAGNER. Dentition roulée. — Même prove-
nance.
- FIG. 5. — **Lepidotus maximus** WAGNER. — Dent dont la dent de remplace-
ment est cachée au-dessous (voir la figure 2 du texte). Même
provenance.
- FIG. 6. — **Microdon Hugii** AG., sp. — Fragment de la dentition spléniale
gauche. Même provenance.
- FIG. 7-9. — **Orthacodus (Sphenodus) longidens** AG. — Dents vues : 7, par
la face externe ; 8-9, par la face interne. La Voulté (Ardèche) —
Oxfordien. — Coll. Gevrey.
- FIG. 10-13. — **Orthacodus (Sphenodus) sabaudianus** PICTET sp. — Dents
vues par la face interne. Chomérac (Ardèche) — Valanginien — Coll.
Gevrey.
- FIG. 14. — **Strophodus** sp. — Dent. Le Fontanil (Isère) — Valanginien. —
Coll. Gevrey.
- FIG. 15. — **Mesodon** sp. — Dent. Malleval (Isère). — Hauterivien. — Coll.
Gevrey.

Les pièces sont représentées grandeur naturelle. Les clichés ont été faits par
M. J. Papoint, préparateur au Muséum, ainsi que les dessins du texte.



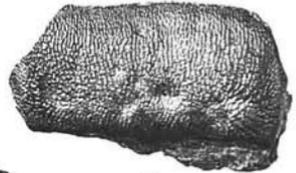
1



6



2



14



5



3



15



7



8



9



4



10



11



12



13

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

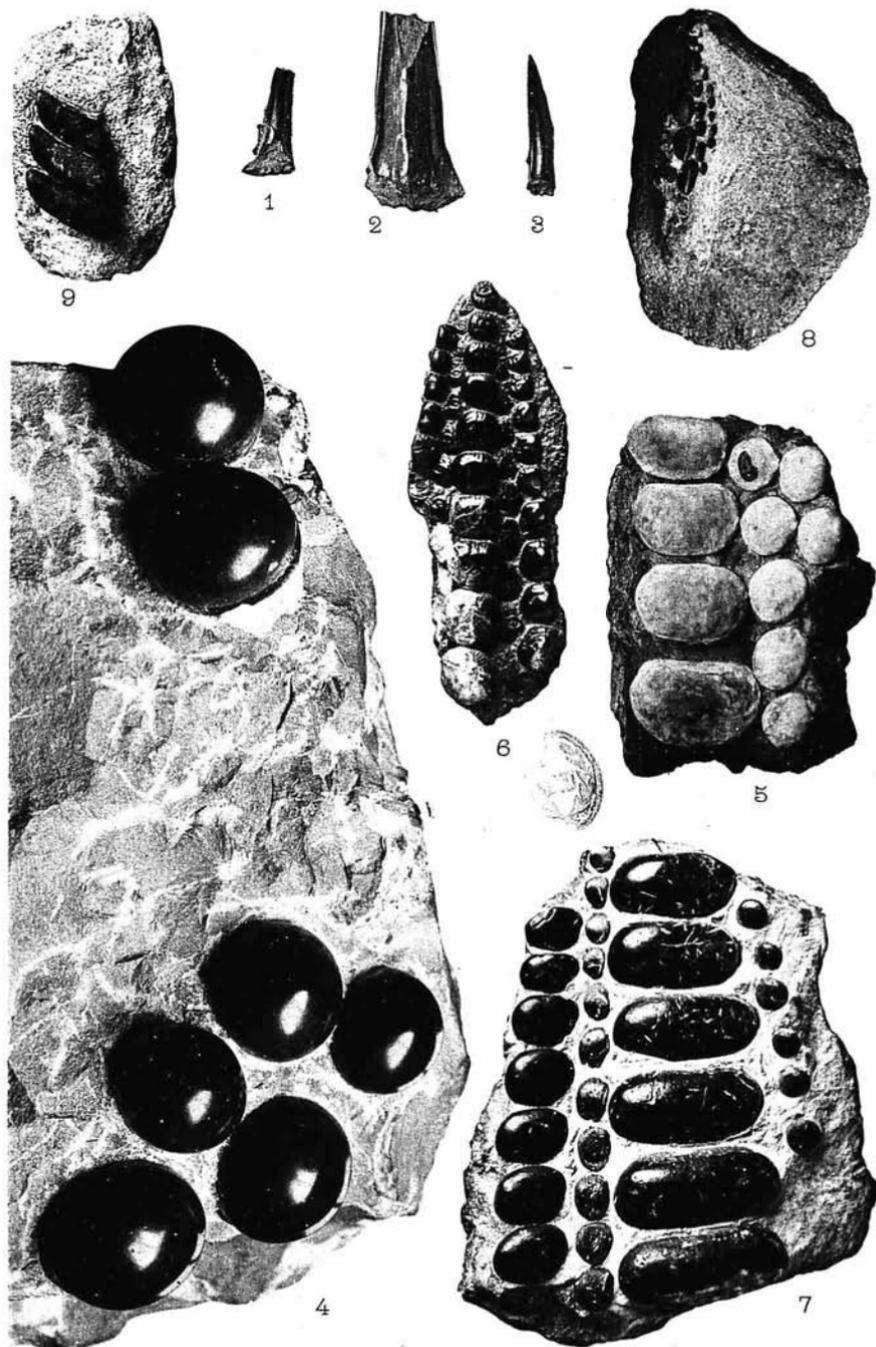
- FIG. 1-3. **Orthacodus (Sphenodus) sabaudianus** PICTET sp. — Dents vues par la face interne, Berrias (Ardèche) — Valanginien. — Coll. Gevrey.
- FIG. 4. — **Lepidotus maximus** WAGNER. — Fragment de dentition spléniale droite, Carrière de la route d'Uzès à Nîmes (Gard) — Barrémien. — Muséum d'Histoire naturelle de Nîmes.
- FIG. 5. — **Mesodon** sp. — Fragment de dentition spléniale droite. Sében près Sauve (Gard) — Hauterivien supérieur. — Même collection.
- FIG. 6. — **Gyrodus** sp. — Dentition vomérienne, Le Vigan (Gard). — Infra crétacé? — Muséum de Paris, galerie de Paléontologie.
- FIG. 7. — **Cœlodus** aff. **parallelus** DIXON sp. — Dentition vomérienne. Murviel (Hérault). Niveau indéterminé. — Même collection.
- FIG. 8. — **Anomœodus Cottreai** n. sp. — Fragment d'une dentition spléniale gauche, Barry (Drôme) — Turonien. — Coll. Cottreau.
- FIG. 9. — **Anomœodus angustus** AG., sp. — Fragment de dentition spléniale droite. Craie de Périgueux (Dordogne). — Sénonien inférieur. — Coll. d'Archiac, Muséum de Paris, galerie de Paléontologie.

Les pièces sont représentées grandeur naturelle. Les clichés ont été faits par M. J. Papoint, préparateur au Muséum, ainsi que les dessins du texte.

NOTE DE F. Priem

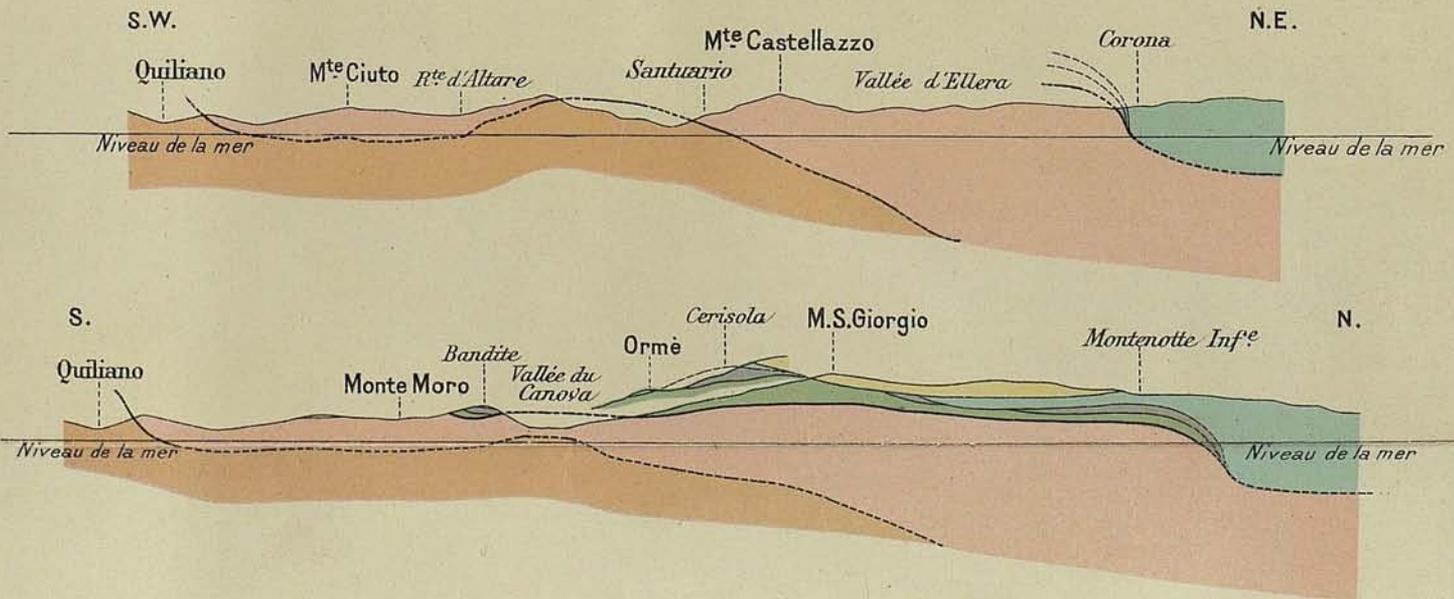
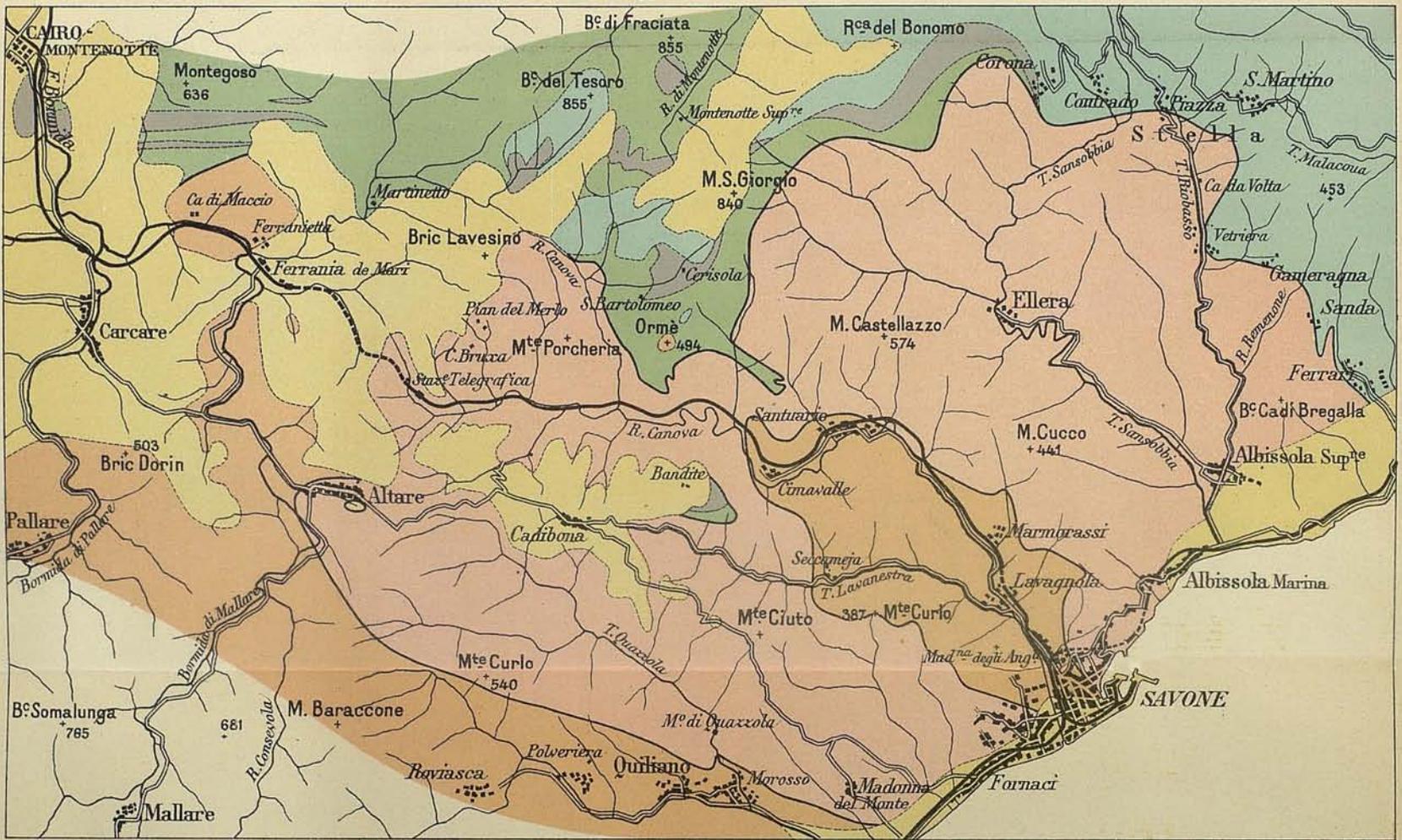
Bull. Soc. géol. de France.

S 4; T. XII; Pl. IX (6 Mai 1912)

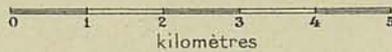


Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

CARTE ET COUPES GÉOLOGIQUES DU MASSIF CRISTALLIN LIGURE



Echelle 1:100.000



LÉGENDE DES COULEURS

- | | |
|---|---|
|  Permo-Houiller de la zone du Briançonnais |  Trias |
|  Massif cristallin ligure |  Schistes lustrés et roches vertes |
|  Permo-Houiller de la série apennine |  Terrains postalpins (Rupélien-actuel) |

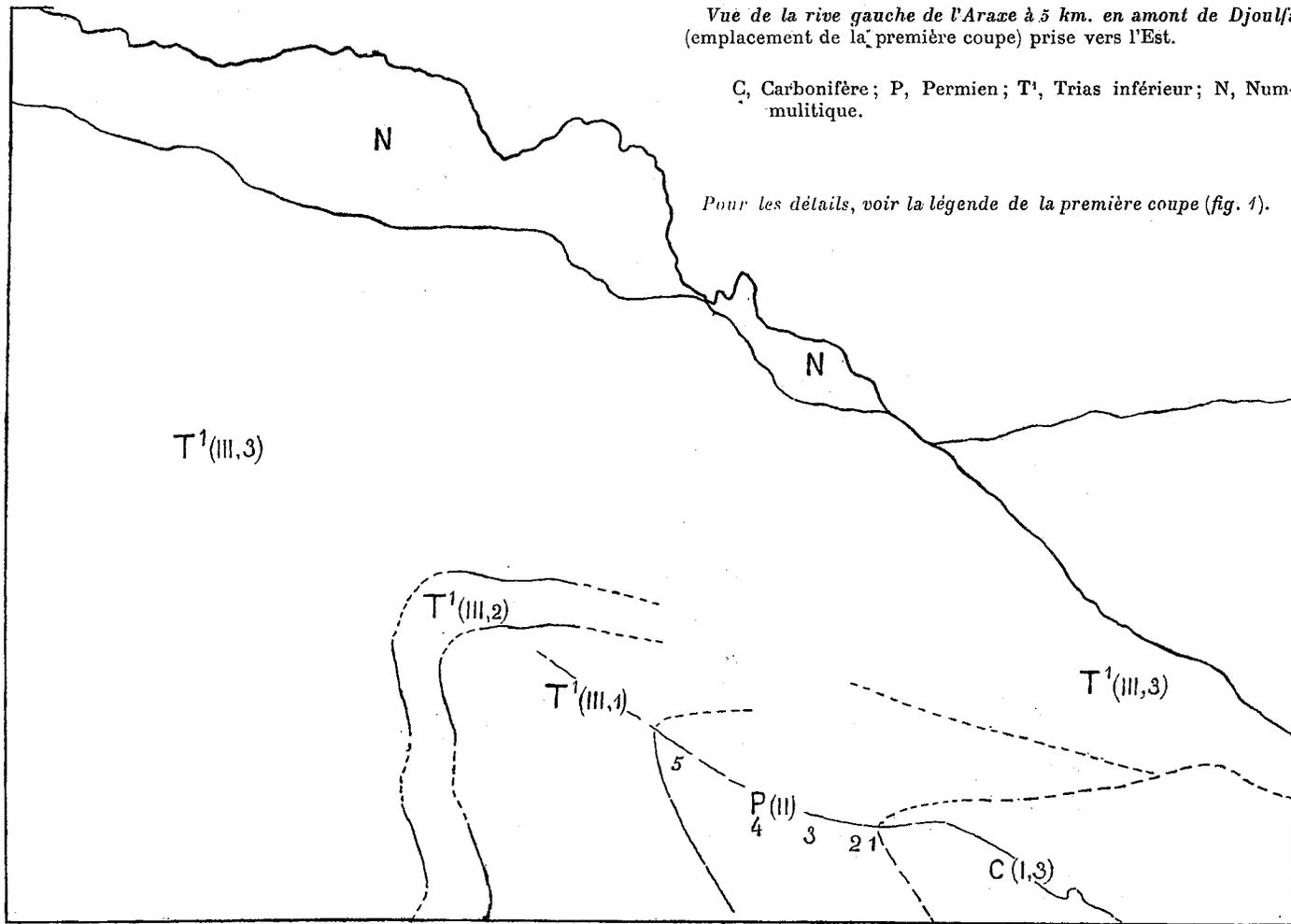
Lith. L. Wührer.



*Vue de la rive gauche de l'Araxe à 5 km. en amont de Djoulfa
(emplacement de la première coupe) prise vers l'Est.*

C, Carbonifère; P, Permien; T¹, Trias inférieur; N, Num-
mulitique.

Pour les détails, voir la légende de la première coupe (fig. 1).



Bull. Soc. géol. de Fr. (4), XII, 1912.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

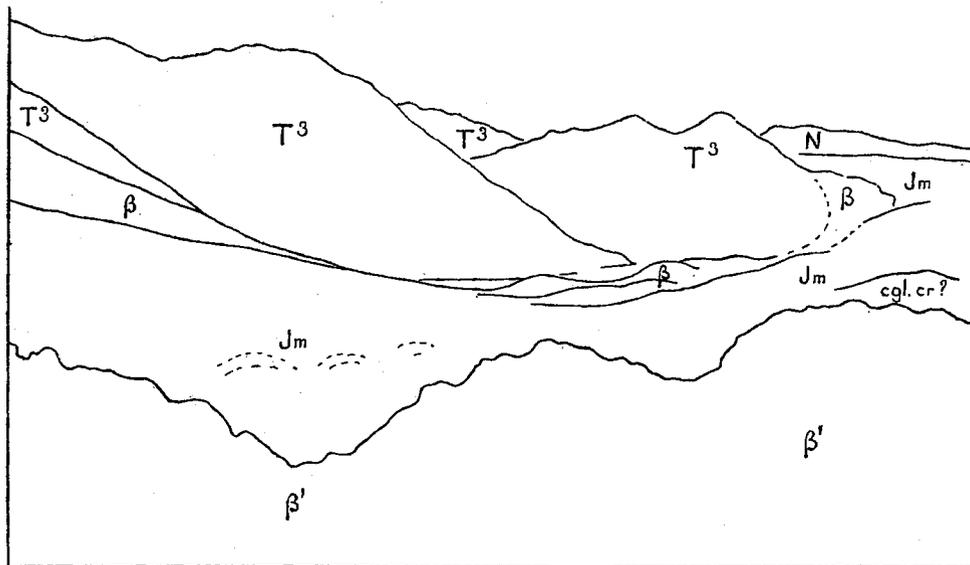


Cliché P. Bonnet

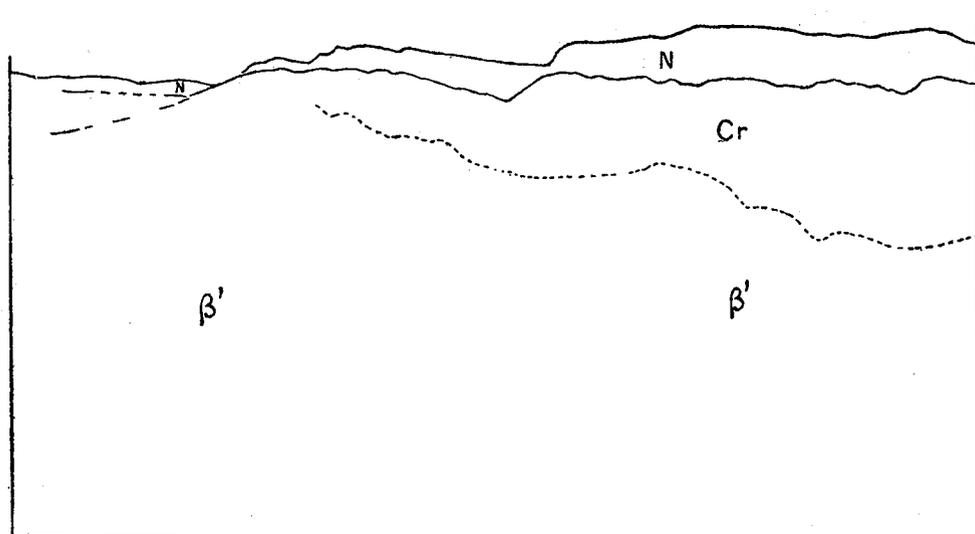


Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII



1



2

Vues prises sur la rive gauche de l'Araxe, en arrière de la crête dolomitique triasique (au voisinage de l'emplacement de la seconde coupe). La seconde vue forme la suite à droite de la première.

T³, Trias supérieur; Jm, Jurassique moyen; cgl. cr, Conglomérat crétacé?; Cr, Crétacé supérieur; N, Nummulitique moyen; β, β', Masses basaltiques.

Voir aussi la légende de la deuxième coupe (fig. 2).



Clichés P. Bonnet

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

FIG. 1. — **Membranipora vendinnensis.** — $\times 25$.

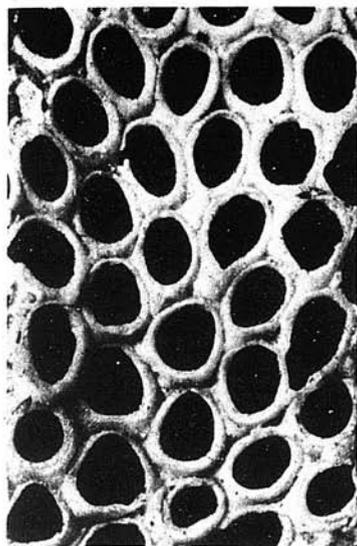
FIG. 2. — **Rhagasostoma cenomana.** — $\times 25$.

FIG. 3. — **Membranipora Nicklesi.** — $\times 25$.

FIG. 4. — **Membranipora Canui.** — $\times 25$.

FIG. 5. — **Membranipora pyropesiata.** — $\times 25$.

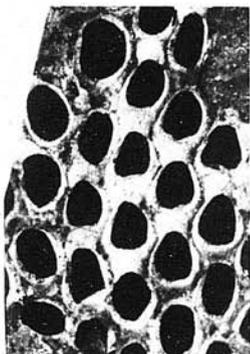
FIG. 6. — **Membranipora spatulata.** — $\times 25$.



1



2

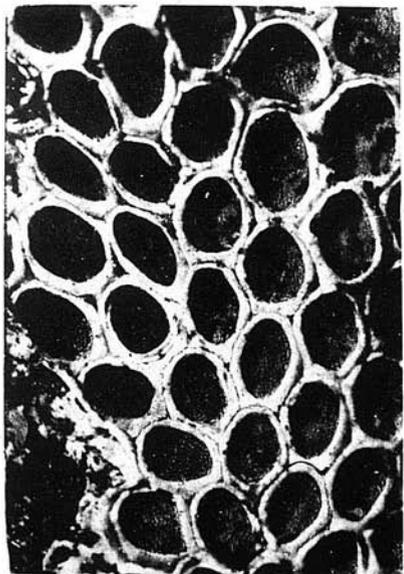


5

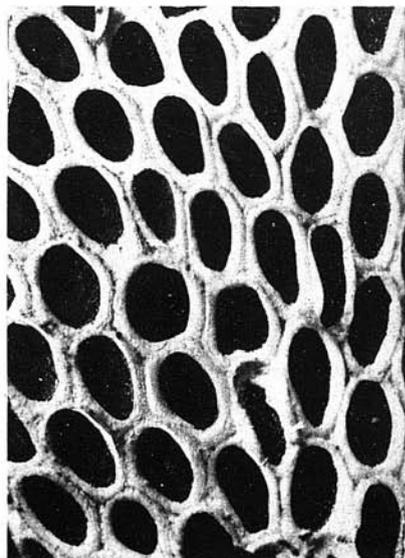


3

4



6



EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

FIG. 1. — **Porina cenomana**. — $\times 25$.

FIG. 2. — **Membranipora gigantissima**. — $\times 25$.

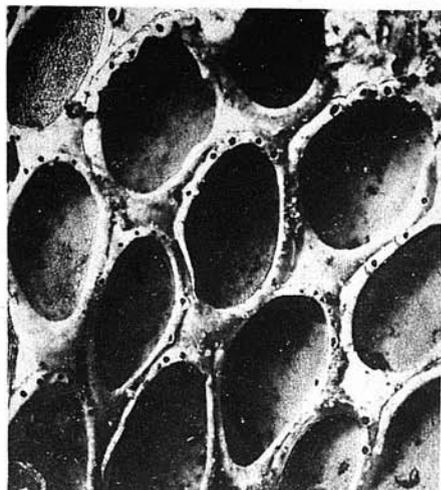
FIG. 3. — **Ogiva cenomana** (forme **rhebasia**). — $\times 25$.

FIG. 4. — **Ogiva cenomana** (ovicelles et onychocellaires). — $\times 25$.

FIG. 5. — **Membraniporella subfallax**. — $\times 25$.



1



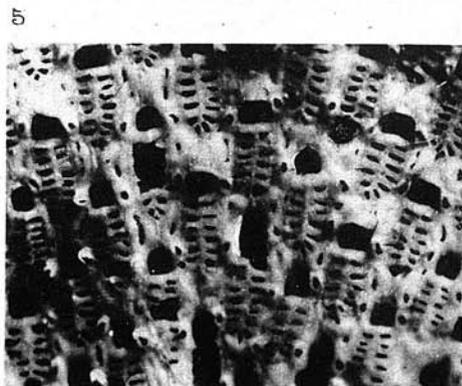
2



3



4



5

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

- FIG. 1, 1a, 1b. — **Striactæonina Buvigneri** TERQUEM. Grandeur doublée
- 2, 2a. — **Striactæonina sinemuriensis** MARTIN — doublée
- 3, 3a, 3b. — **Ovactæonina Heberti** PIETTE — doublée
- 4, 4a. — **Cylindrobullina arduennensis** PIETTE — triplée
- 5, 5a. — **Endiatænia Terquemi** COSSMANN — doublée
- 6, 6a. — **Procerithium Herrici** MARTIN — triplée
- 7, 7a, 7b. — **Procerithium (Cosmocerithium)**
Dumortieri MARTIN — triplée
- 8, 8a. — **Promathildia semele** D'ORB. — doublée
- 6, 9a, 9b, 9c, 9d. — **Promathildia Terquemi**
VON BISTRAM — doublée
- 9e. — **Promathildia Terquemi** VON BISTRAM
(variété à spire plus courte) — doublée
- 10, 10a. — **Promathildia grata** TERQ. et PIETTE — doubl. et tripl.
- 11, 11a. — **Promathildia (Teretrina) Hum-**
berti MARTIN — doubl. et tripl.
12. — **Promathildia rhodana** MARTIN — doublée
- 13, 13a, 13b, 13c. — **Promathildia bicarinata**
nov. sp. — triplée
- 14, 14a. — **Promathildia (Clathrobaculus)**
chorda DUMORTIER — doubl. et tripl.
- 15, 15a, 15b, 15c. — **Rigauxia gracilis** nov. sp. — triplée.

NOTE DE J. Dareste de la Chavanne

Bull. Soc. géol. de France

S. 4; T. XII; Pl. xv (4 Nov. 1912)



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

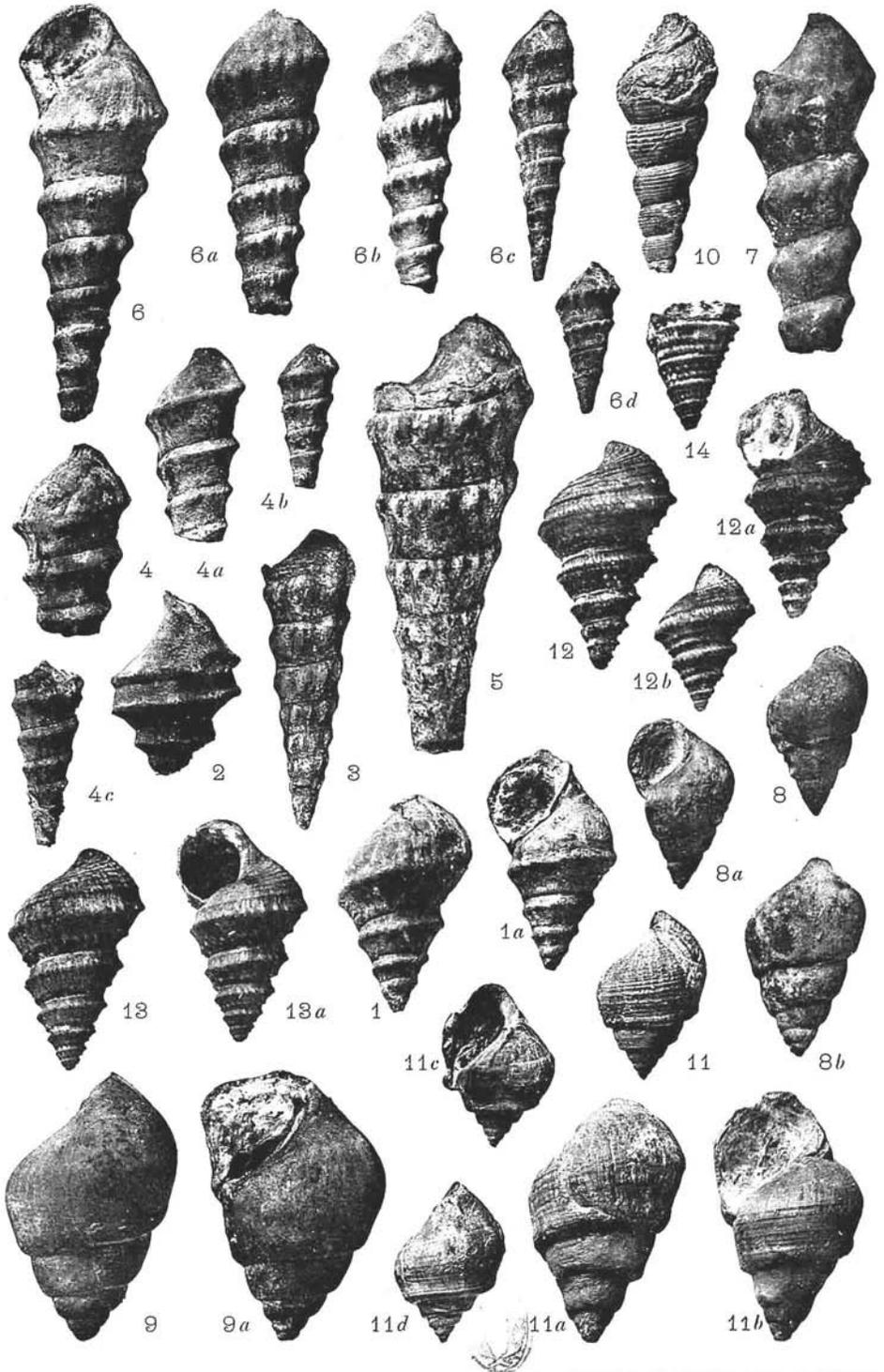
EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

FIG. 1, 1a. — Angularia nivernensis nov. sp.	Grandeur naturelle
2. — Tretospira obliqua TERQUEM	— naturelle
3. — Zygopleura subnodosa D'ORB.	— naturelle
4, 4a, 4b, 4c. — Zygopleura carinifera nov. sp.	naturelle
5. — Zygopleura verrucosa TERQUEM	— naturelle
6, 6a, 6b, 6c, 6d. — Zygopleura morencyana TERQ. et PIETTE	— naturelle
7. — Stephanocosmia (Goniospira) nodulosa nov. sp.	— doublée
8, 8a, 8b. — Celostylina (Omphaloptycha) morencyana PIETTE	— doublée
9, 9a. — Celostylina (Omphaloptycha) ventricosa nov. sp.	— doublée
10. — Bourguetia Deshayesa TERQUEM	— naturelle
11, 11a, 11b. — Ampullospira infraliasica COSSMANN	— naturelle
11c, 11d. — — — (variété à spire plus courte)	— naturelle
12, 12a. — Eucyclus triplicatus MARTIN	— triplée
13, 13a. — Eucyclus tricarinatus MARTIN	— triplée
14. — Eucyclus tectiformis COSSMANN	— triplée

NOTE DE J. Daresté de la Chavanne

Bull. Soc. géol. de France

S. 4; T. XII; Pl. xvi (4 Nov. 1912)



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

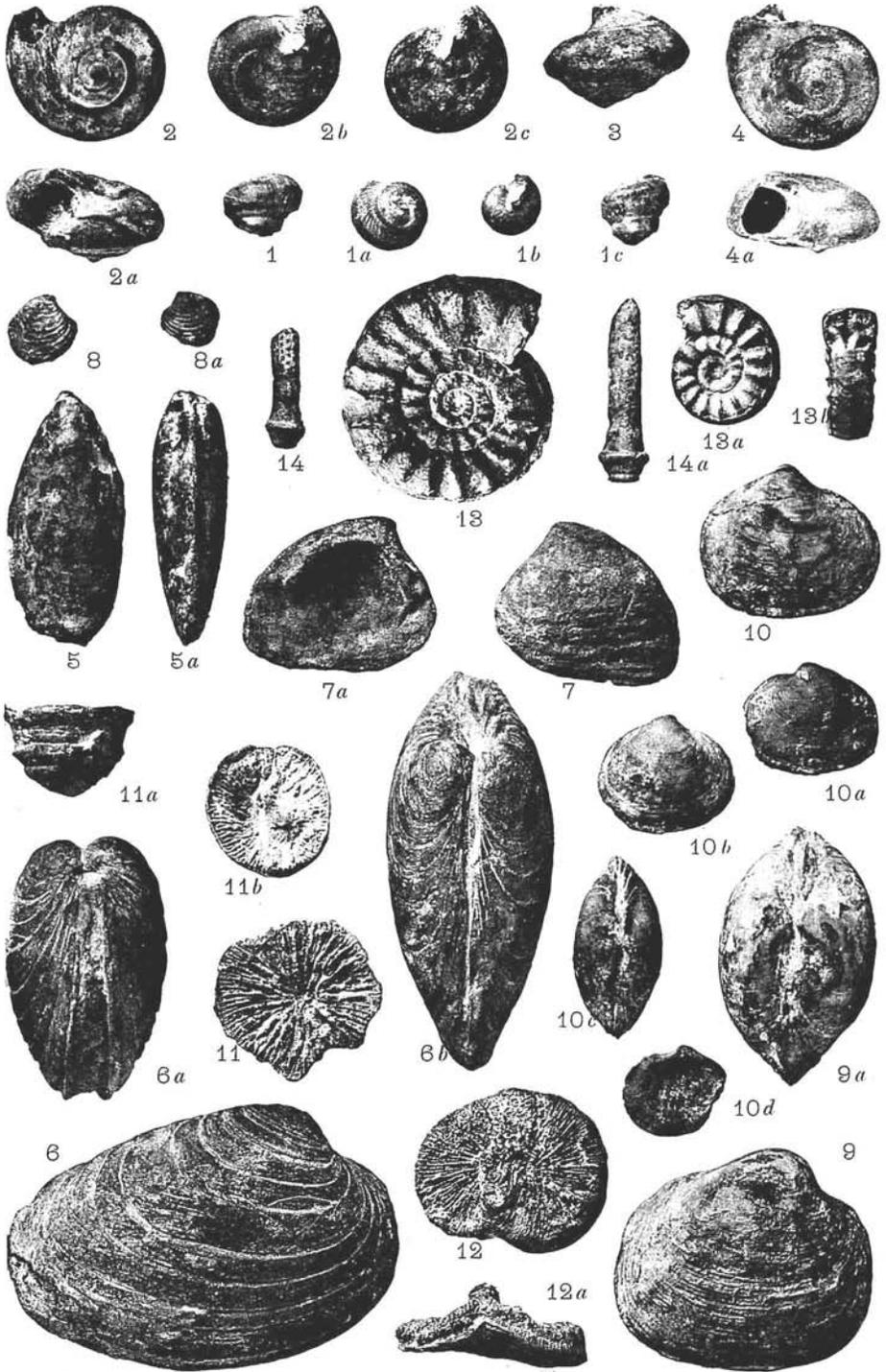
EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII

FIG. 1, 1a, 1b, 1c. — Eucyclus Andleri MARTIN	Grandeur triplée
2, 2a, 2b, 2c. — Pleurotomaria rotellæformis DUNKER	— naturelle
3. — Pleurotomaria jamoignaca TERQ. et PIETTE	— naturelle
4, 4a. — Pleurotomaria planispira NOV. SP.	— naturelle
5, 5a. — Mytilus Stoppanii DUMORTIER	— doublée
6, 6a, 6b. — Cardinia quadrangularis MARTIN	— naturelle
7, 7a. — Cardinia hybrida SOW.	— naturelle
8, 8a. — Astarte Chartroni COSSMANN	— triplée
9, 9a. — Lucina arenacea TERQUEM	— naturelle
10, 10a, 10b, 10c, 10d. — Lucina (Phacoides) exigua TERQUEM	— doublée
11, 11a, 11b. — Montlivaultia Guettardi BLAINVILLE	— naturelle
12, 12a. — Montlivaultia Haimeii CHAPUIS et DEWALQUE	— naturelle
13, 13a, 13b. — Arietites rotiformis SOW.	— naturelle
14, 14a. — Miocidaris Martini COTTEAU	— doublée

NOTE DE J. Dareste de la Chavanne

Bull. Soc. géol. de France

S. 4; T. XII; Pl. xvii (4 Nov. 1912)



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

FIG. 1-3. — **Cryphaeus Dereimsi**, n. sp.

4, 4a. — **Acaste convexa** ULRICH.

BULL. SOC. GÉOL. DE FR. (4), XII, 1912.

NOTE DE J. Groth

Bull. Soc. géol. de France

S. 4; T. XII; Pl. xviii (4 Nov. 1912)



1



1a



2



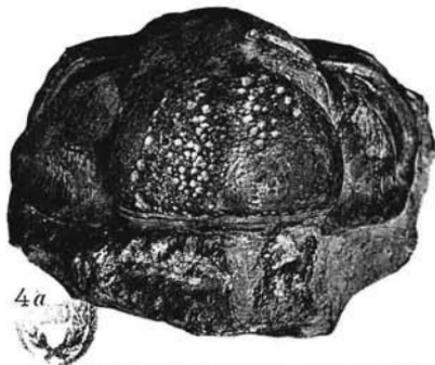
2a



4



3



4a

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX

- FIG. 1. — **Acaste convexa** ULRICH.
2, 2a. — **Phacops Rana** GREEN.
3. — **Phacops** sp.
4. — **Dalmanites maecurua** CLARKE.

NOTE DE J. Groth

Bull. Soc. géol. de France

S. 4; T. XII: Pl. XIX (4 Nov. 1912)



2a



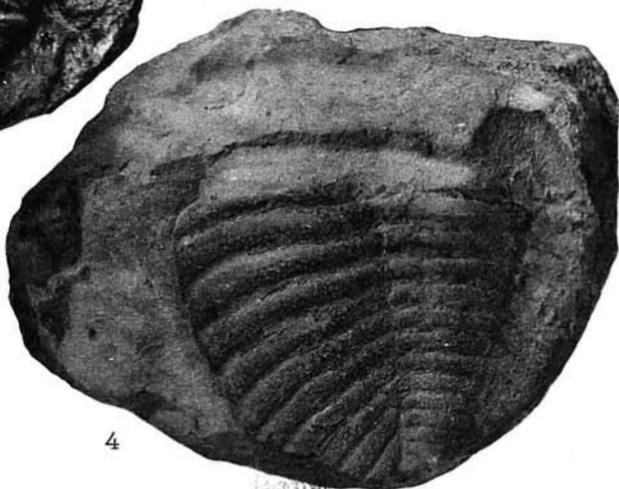
1



3



2



4



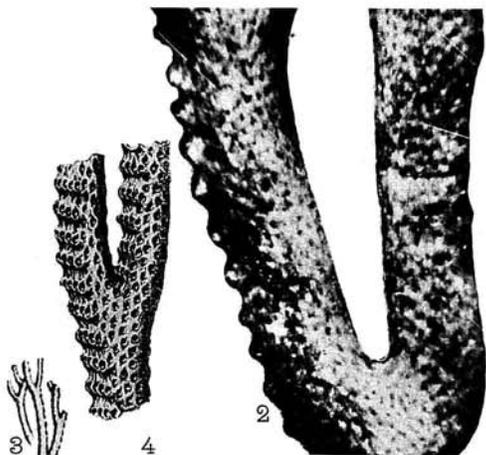
Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XX

- FIG. 1, 2, 3, 4. — **Hornera hybrida** D'ARCHIAC. Biarritz. École des Mines. Type de d'Archiac. Page 625
1, 2, figures de d'Archiac.
3, 4, échantillons grossis 13 fois.
- FIG. 5, 6, 7, 8, 9, 10. — **Hornera striata** MILNE-EDWARDS. Biarritz. École des Mines. Type de d'Archiac. Page 623
5, 6, échantillons grossis 23,5 fois,
7, 8, 9, 10, figures de d'Archiac (*Hornera hippolythus*).
- FIG. 11, 12, 13, 14, 15. — **Hornera Edwardsi** D'ARCHIAC. Biarritz. École des Mines. Type de d'Archiac. Page 626
14, 12, échantillons grossis 23,5 fois.
13, 14, 15, figures de d'Archiac.



1



3

4

2



5

7



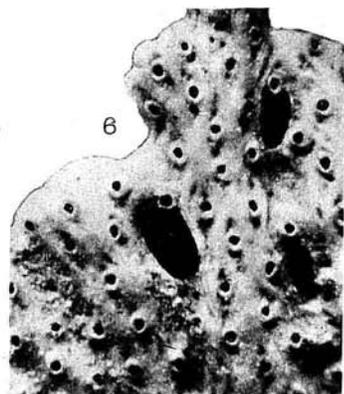
8



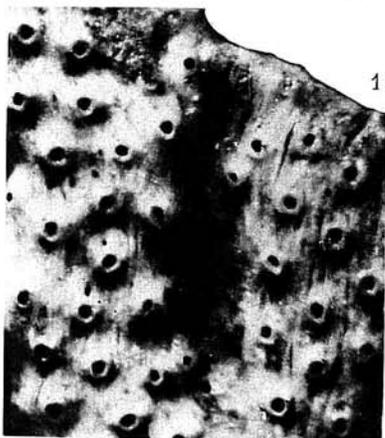
9



10



6



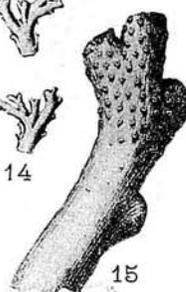
11



13



14



15



12

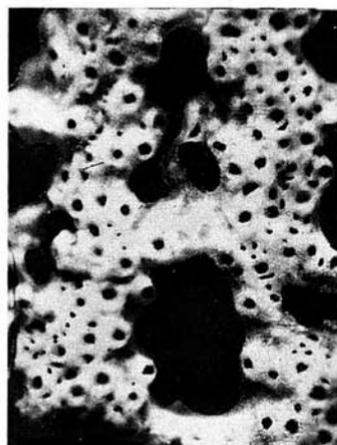
Cl. G. Pilarski



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXI.

- FIG. 1, 2, 3, 4. — **Hornera subcancellata** D'ARCHIAC. Biarritz. École des Mines. Type de d'Archiac. Page 626
1, 2, échantillon grossi 23,5 fois.
3, 4, figures de d'Archiac (*Retepora subcancellata*).
- FIG. 5, 6. — **Lichenopora cumulata** MICHELIN. D'après d'Archiac (*Lichenopora spongioides*). Biarritz. Page 627
- FIG. 7, 8. — **Bimulticavea conjuncta** MICHELIN. Biarritz. École des Mines. Type de Michelin. Page 628
7, zoarium grossi 3 fois.
8, une des sous-colonies grossie, d'après Michelin.
- FIG. 9, 10. — **Heteropora intricata** D'ARCHIAC. Biarritz. École des Mines. Type de d'Archiac. Page 628
9, zoarium grossi trois fois.
10, partie du zoarium où les orifices se groupent en lignées radiales grossies 13,5 fois.



1

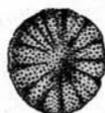


3

4



2



5



6



8

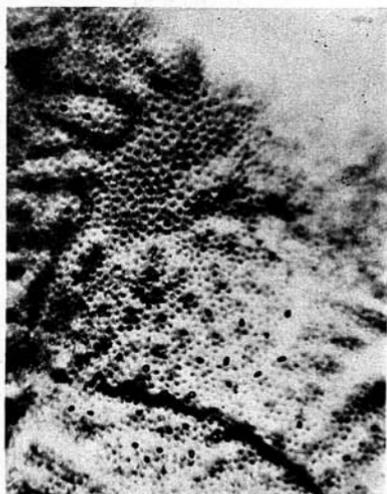


7



9

10

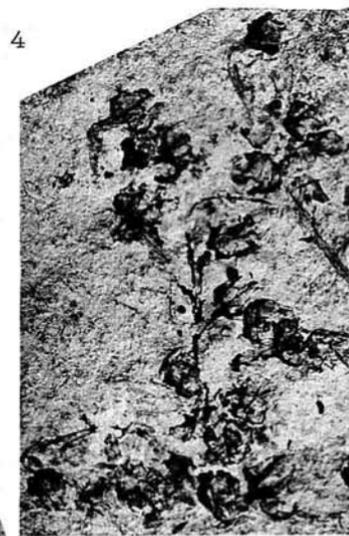
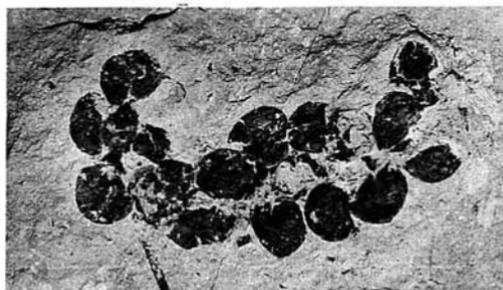
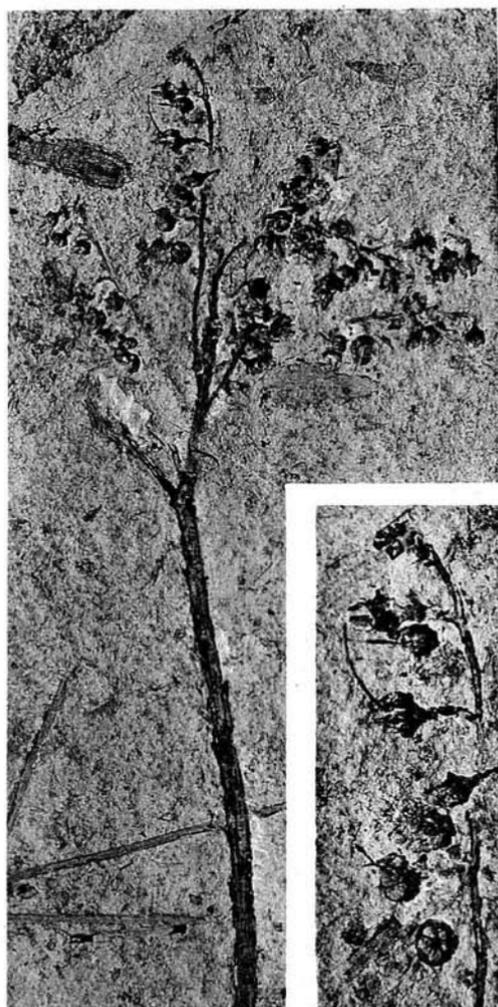


Cl. G. Pilarski

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXII

- FIG. 1. — **Semecarpites linearifolius** n. g., n. sp. — Feuille grossie de $\frac{1}{3}$. — Aquitaniens du Bois d'Asson.
- FIG. 2. — **Nelumbium protospeciosum** SAPORTA. — Carpelles ayant conservé leur position naturelle, les restes du réceptacle ou torus ayant disparu. Même niveau et même localité. Grandeur naturelle.
- FIG. 3. — **Andromeda narbonensis** SAPORTA. — Rameau fructifère montrant les organes reproducteurs à différents degrés de développement. — Grandeur naturelle. — Aquitaniens d'Armissan (Aude).
- FIG. 4-5. — **Andromeda narbonensis** SAPORTA. — Fragments du même rameau, grossis deux fois, sur lesquels se montrent des fruits à valves conniventes et à valves dressées. Sur quelques-uns on voit nettement la disposition capsulaire à 5 loges.



2

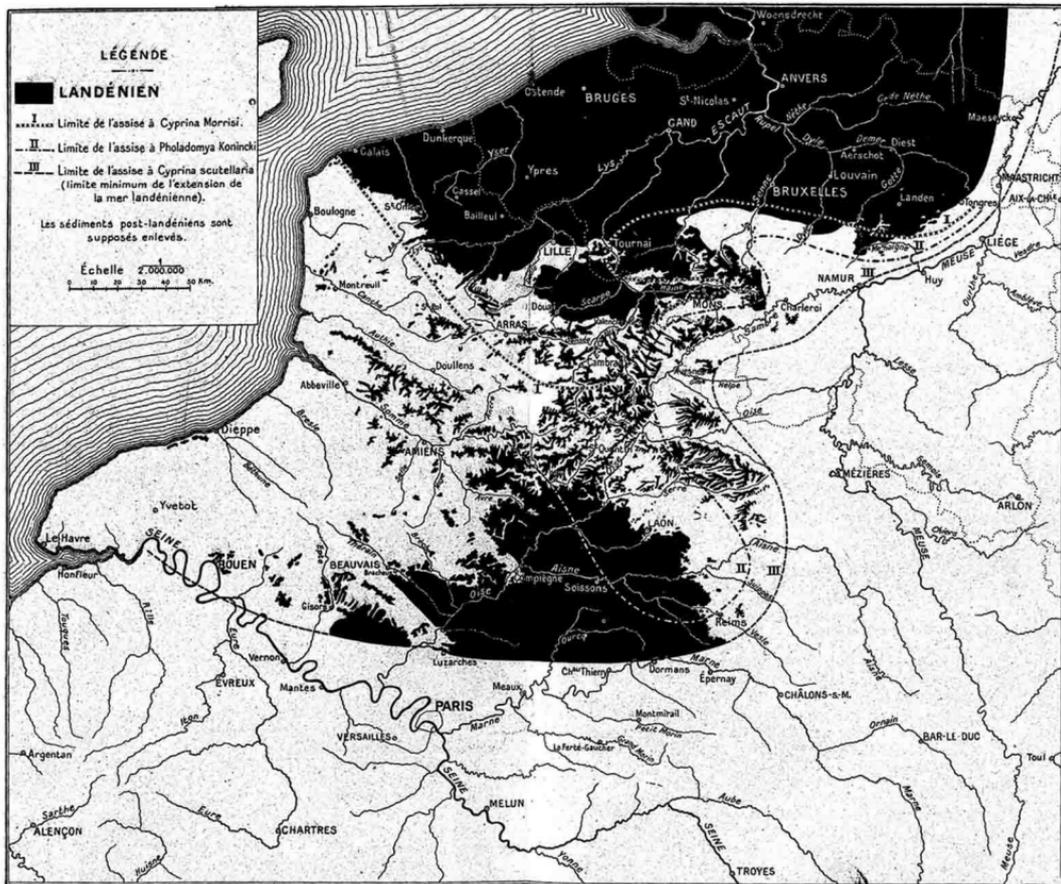
4

3

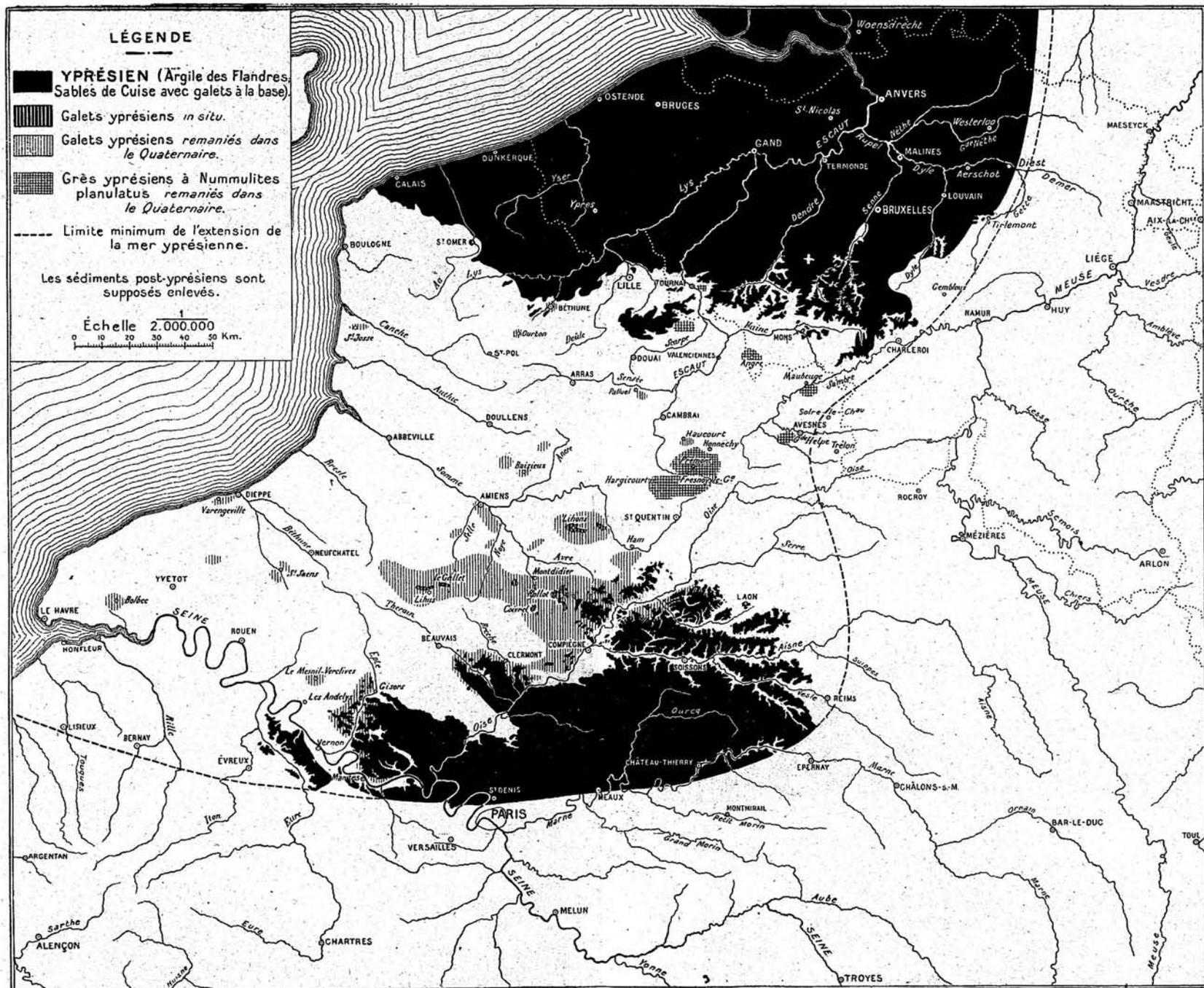
1

5

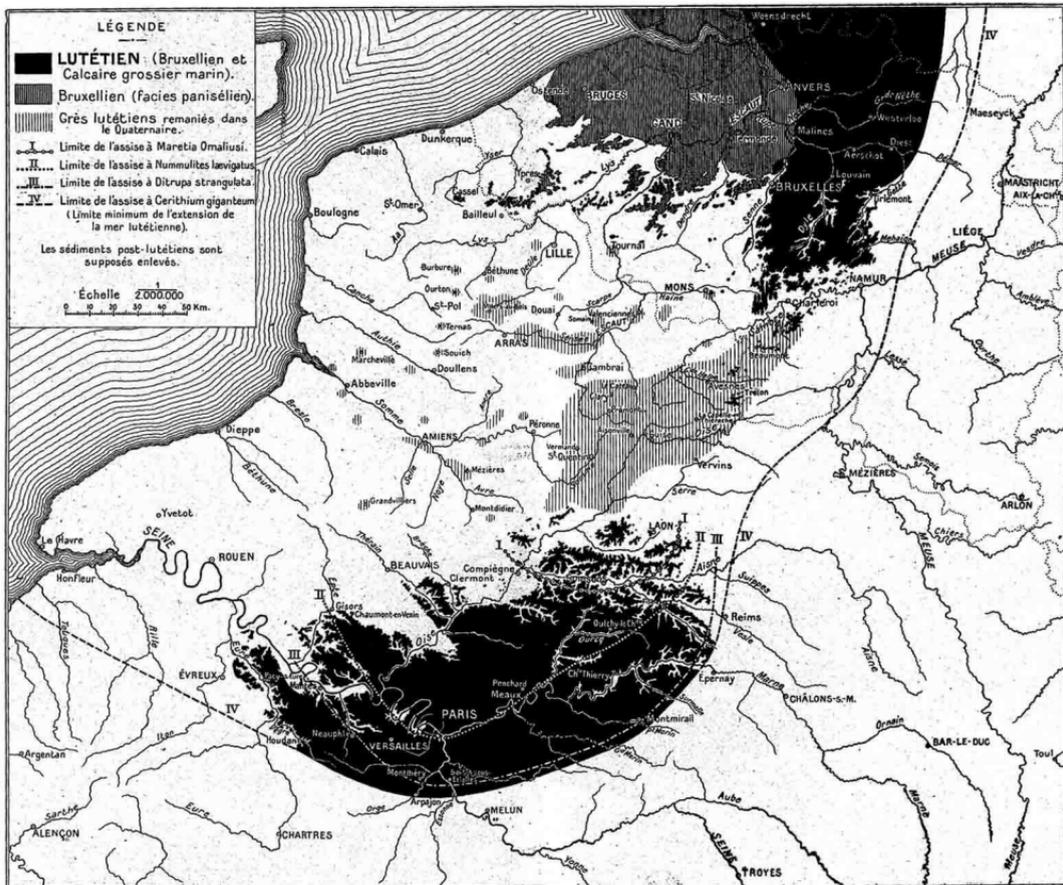
Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine)



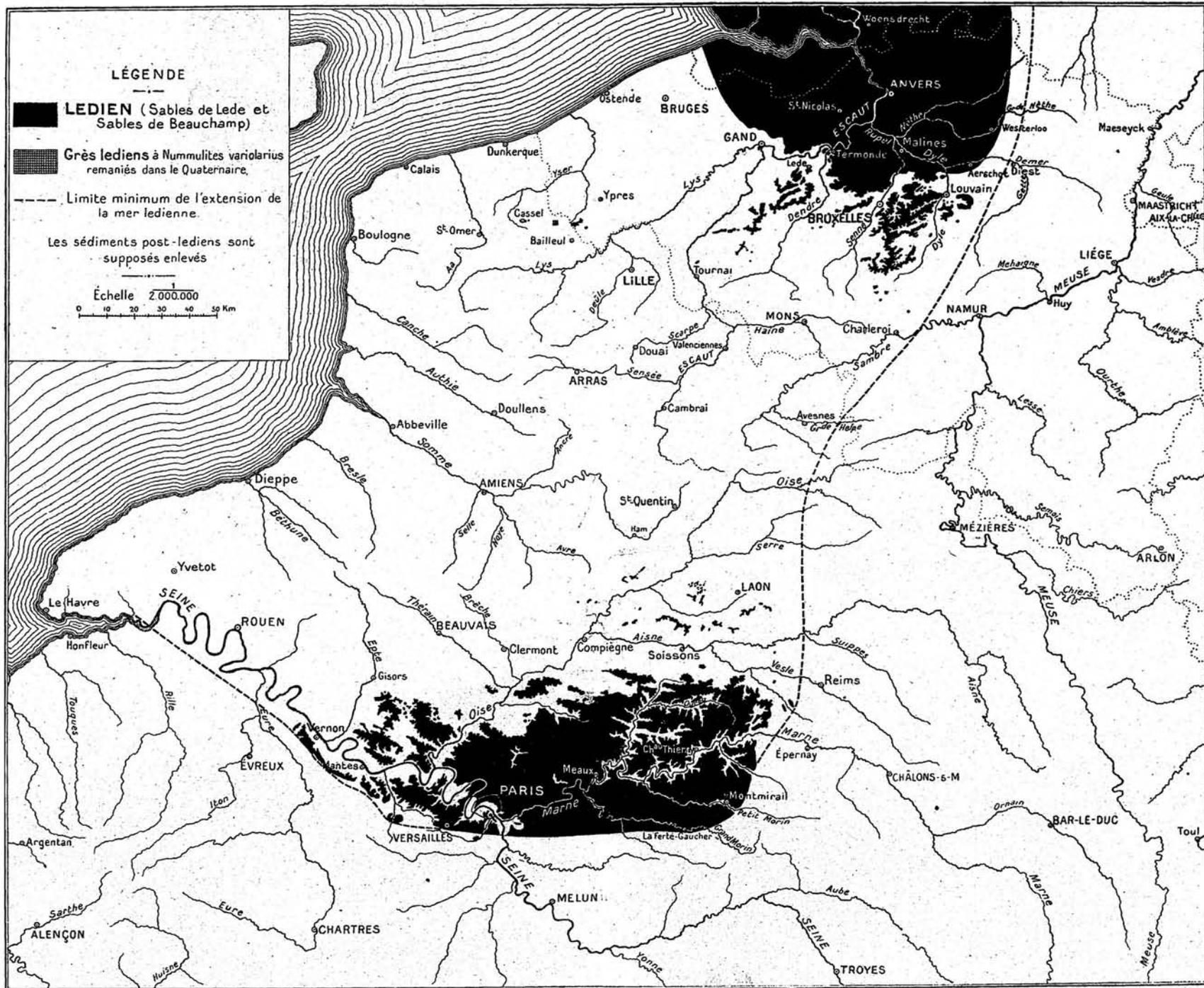
Carte paléogéographique du Landénien.



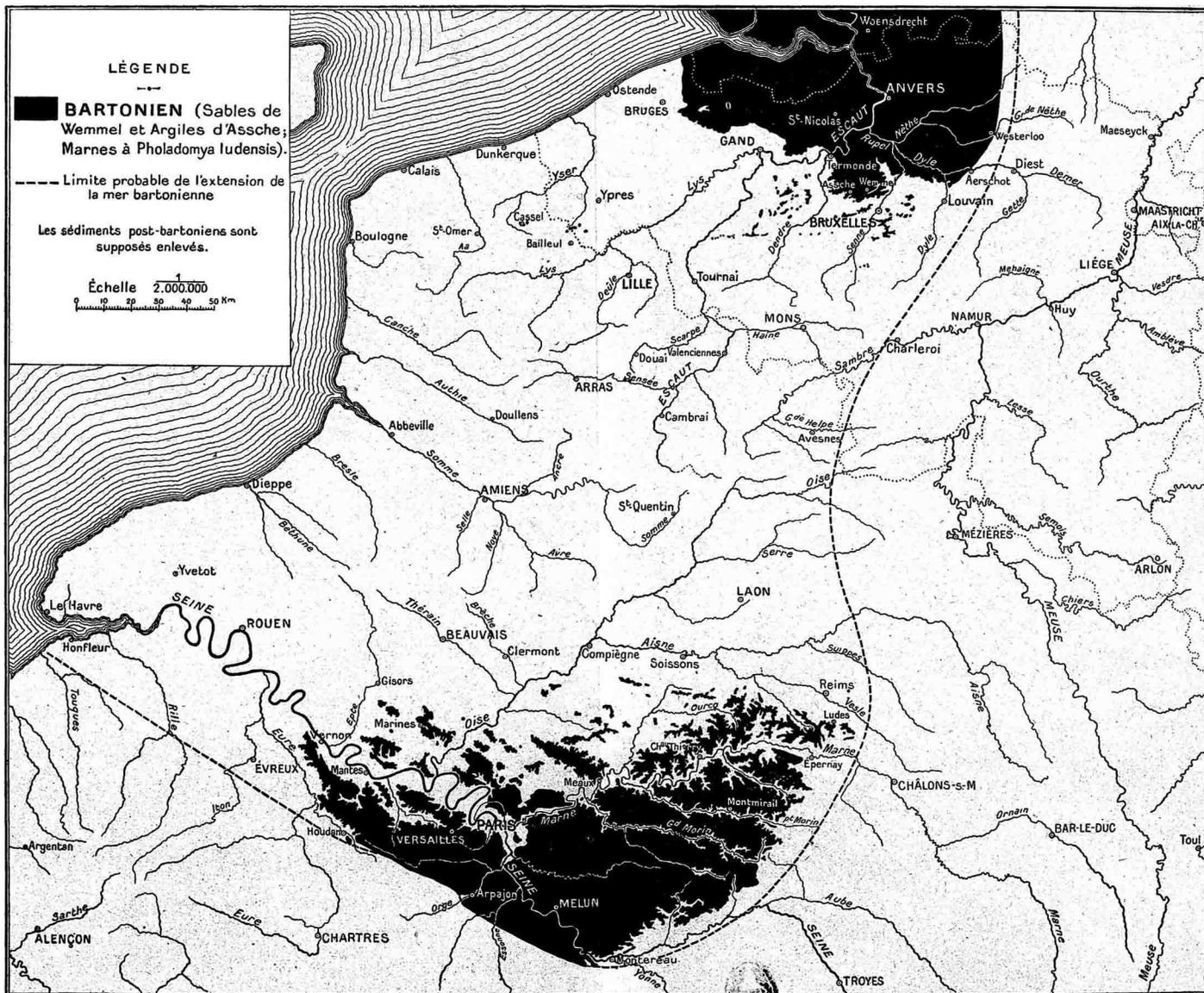
Carte paléogéographique de l'Yprésien.



Carte paléogéographique du Lutétien.



Carte paléogéographique du Lédien.



Carte paléogéographique du Bartonien.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVIII

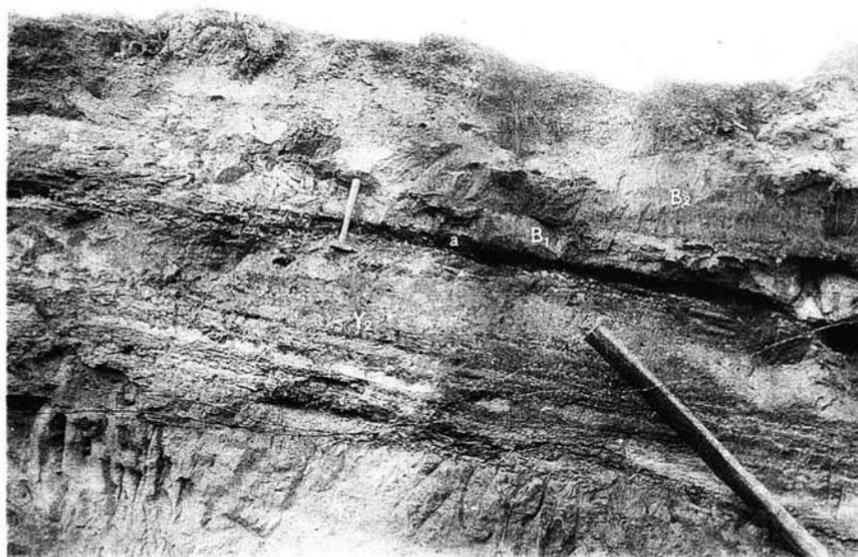
Fig. 1. — La « Montagne » à Uccle, vue du Sud. Contact du Ledien et du Bruxellien.

- Q Limon quaternaire.
- L Ledien : sable calcaireux, avec bancs discontinus de grès calcaireux. Le gravier de base du Ledien est marqué par la ligne excavée, a.
- B Bruxellien supérieur, normal : sable calcaireux, passant vers l'Ouest à B.
- B' Bruxellien supérieur, rubéfié : grès ferrugineux.

Fig. 2. — Contact du Bruxellien et de l'Yprésien à Uccle-Calevoet (photographie prise en 1911).

Les terrains ont glissé, en masse, sur le versant de la vallée et présentent une faible inclinaison vers celle-ci.

- | | | |
|---|---|--|
| Bruxellien
inférieur. | { | B ₂ Sable blanc, quartzeux. |
| | | B ₁ Marne sableuse, blanc-crème. |
| | | a Gravier de base du Bruxellien, formé de fossiles roulés, remaniés de l'Yprésien (dents de Squales, carapaces de Crustacés, Turritelles, etc.). |
| Yprésien
supérieur
(Assise à
<i>Nummulites</i>
<i>planulatus-elegans</i>). | { | Y ₂ Sable rubéfié, avec filets d'argile plastique. |
| | | Y ₁ Sable fin, gris verdâtre, glauconifère. |



EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX

Fig. 1. — **La carrière de l'usine à ciments de Burght, près d'Anvers.**
 Contact des sables d'Eddeghem (= Anversien) et de l'Argile de Boom (= Rupélien).

Q Sables grossiers et sables limoneux, quaternaires.

A Sables d'Eddeghem (= Anversien). Ils vont en s'épaississant de l'Est vers l'Ouest aux dépens du Quaternaire.

R Argile de Boom (Rupélien supérieur), avec *Septaria*, exploitée en gradins.

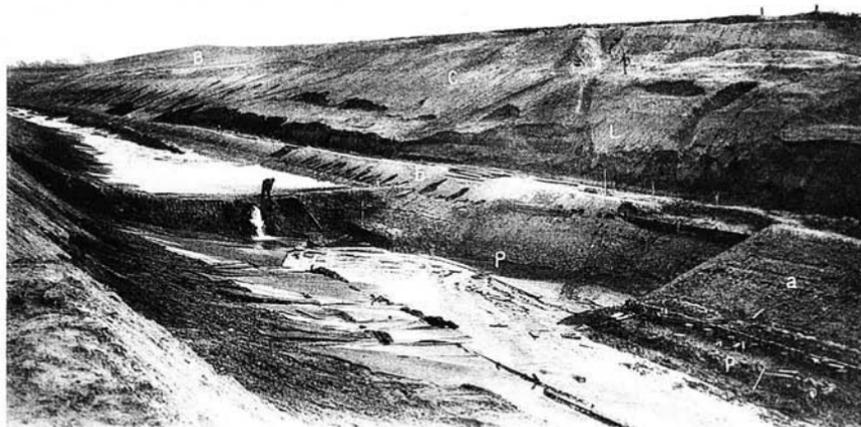
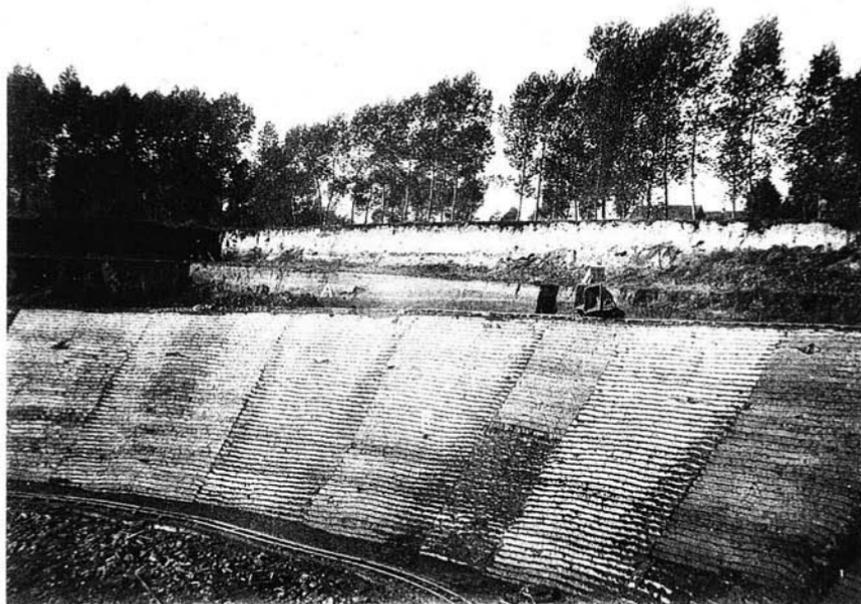
La surface du contact de l'Argile de Boom et des Sables d'Eddeghem mise à découvert, montre des *Septaria* dont la partie inférieure est engagée dans l'Argile de Boom, et dont la partie supérieure est percée de trous de Lithophages anversiens.

Fig. 2. — **Tranchées du chemin de fer, en construction, de Bruxelles à Gand-Saint-Pierre, à Oordegam** (photographie prise en octobre 1913).

B Bartonien : argile plastique, glauconifère.

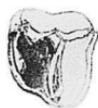
L { c Sable jaune ou gris-jaunâtre, avec, par places, blocs
 Ledien { de grès à *Nummulites variolarius*.
 { b Sable gris-noirâtre.
 { a Sable gris-noirâtre, avec galets d'argile

P Bruxellien sous le faciès panisélien ; argile schistoïde.



EXPLICATION DE LA PLANCHE XXX

- Fig. 1, 1a. — **Chasmotherium minimum** sp. FISCHER. — 2^e prémolaire supérieure. 1, gr. nat. ; 1 a, grossie trois fois.
- Fig. 2, 2a. — **Chasmotherium minimum** sp. FISCHER. — Fragment de molaire inférieure. 2, gr. nat. ; 2a, grossie trois fois.
- Fig. 3, 3a. — **Propalæotherium issélanum** BLAINVILLE — Moitié d'arrière molaire supérieure. 3, gr. nat. ; 3a, grossie trois fois.
- Fig. 4, 4a. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Première molaire supérieure. 4, gr. nat. ; 4a, grossie trois fois.
- Fig. 5, 5a. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Deuxième molaire supérieure brisée. 5, gr. nat. ; 5a, grossie trois fois.
- Fig. 6, 6a. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Troisième arrière-molaire inférieure. 6, gr. nat. ; 6a, grossie trois fois.
- Fig. 7, 7a. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Deuxième arrière-molaire inférieure. 7, gr. nat. ; 7a, grossie trois fois.
- Fig. 8, 8a. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Moitié d'arrière-molaire inférieure. 8, gr. nat. ; 8a, grossie trois fois.
- Fig. 9. — **Lophiodon medium** sp. FISCHER, *mut. asc.* — Molaire supérieure, Bruxellien inférieur d'Uccle.
- Fig. 10. — **Lophiotherium pygmæum** sp. DEPÉRET. — Deuxième arrière-molaire inférieure. Gr. nat. Chaussée de Waterloo (M. Rütot). La pièce est au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.



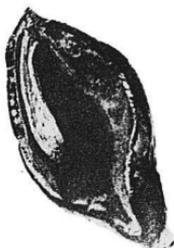
1



2



3



1a



2a



3a



5



4



1o



5a



4a



6a



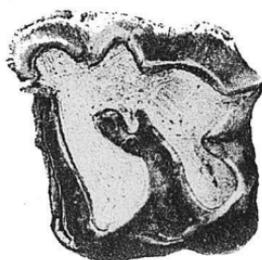
6



7



8



9



7a



8a