

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

SUIVIE D'UNE

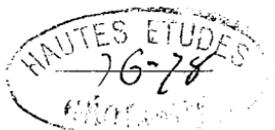
NOTICE SUR SES MINES ET SES CARRIÈRES

Avec deux planches de coupes géologiques

PAR

M. SCIPION GRAS

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES



GRA

PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
20, Rue Bonaparte, 20

AVIGNON

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE DE CLÉMENT-SAINST-JUST

1862

AVERTISSEMENT

Ce livre est destiné à servir d'explication à la *Carte géologique du département de Vaucluse*, que nous publions séparément en une feuille coloriée grand-aigle. L'exécution de cette carte que nous avons achevée en 1860, nous avait été confiée par l'administration départementale.

Afin de rendre plus utile notre description géologique des terrains, nous y avons joint une Notice détaillée sur les mines et les carrières. Leur exploitation forme une branche intéressante de l'industrie de Vaucluse.

La géologie de ce département, comme celle de toutes les contrées qui touchent aux Alpes, soulève des questions importantes de paléontologie que nous avons dû examiner. Nous espérons que nos efforts pour les éclaircir augmenteront l'intérêt de notre travail.

Quelques personnes ont bien voulu nous aider de leurs lumières et nous fournir des renseignements; elles sont nommées dans le courant de cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

	Pages.
§ I. TOPOGRAPHIE, MÉTÉOROLOGIE.	1
Limites du département, 1. — Climat, 2. — Observations météorologiques, 5. — Divisions topographiques, 6. — Plaine, 6. — Collines, 6. — Montagnes, 7. — Mont Ventoux, 7. — Mont Léberon, 9. — Montagnes entre Giondas et Malaucène, 10.	
§ II. HYDROLOGIE.. . . .	11
1° <i>Bassin du Rhône</i> , 12. — Le Rhône, 12. — Affluents du Rhône, 16. — Le Louzon, 16. — Le Lez, 16. — L'Aigues, 17. — La Sorgues, 18. — La Nesque, 20. — L'Auzon, 20. — L'Ouvèze, 20. — 2° <i>Bassin de la Durance</i> , 21. — La Durance, 24. — Le Caulon, 24. — Autres affluents de la Durance, 25. — 3° <i>Sources remarquables, eaux minérales, étangs</i> , 26. — Fontaine de Vaucluse, 26. — Source du Grozeau, 29. — Fontaine d'Angel, 30. — Eaux minérales, 30. — Sources de Vacqueyras, 30. — Source de Velleron, 32. — Sources de Sault et d'Aurel, 33. — Étangs, 34.	

§ III. NATURE GÉOLOGIQUE DU SOL; SES RAPPORTS AVEC LA VÉGÉTATION.	35
1° <i>Nature géologique du sol</i> , 35. — Notions fondamentales de géologie, 36. — Couche, 36. — Liaison stratigraphique, 36. — Solution de continuité stratigraphique, 37. — Liaison paléontologique, 37. — Solution de continuité paléontologique, 38. — Partage des couches en groupes distincts, 38. — Origine des solutions de continuité géologiques, 39. — Définition géologique du mot <i>terrain</i> , 39. — Remarques relatives aux terrains, 41. — Périodes géologiques, 45. — Échelle générale des terrains, 46. — Roches ignées et métamorphiques, 47. — Terrains du département, 48. — Terrain jurassique, 49. — Terrain néocomien, 49. — Terrain crétacé, 50. — Terrains tertiaires, 50. — Terrains quaternaires, 53. — Terrains alluviaux, 53. — Rapports entre la nature du sol et son relief, 54. — 2° <i>Influence de la nature du sol sur la végétation</i> , 56. — Causes qui modifient la végétation, 56. — Rapports entre les terrains et la végétation, 57. — Topographie botanique du mont Ventoux, 62.	

SECONDE PARTIE.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DES TERRAINS.

CHAPITRE I ^{er} . — TERRAIN JURASSIQUE (ÉTAGE OXFORDIEN).	67
Constitution minéralogique, 67. — Environs de Gignondas, 68. — Masses gypseuses, 73. — Fossiles, 74. — Environs de Brantes, 75. — Pertuis de Mirabeau, 76.	
CHAPITRE II. — TERRAIN NÉOCOMIEN.	78
Généralités, 78. — 1° <i>Néocomien inférieur</i> , 80. —	

Constitution géologique du mont Ventoux, 80. — Défilé entre Montbrun et Aurel, 83. — Pied occidental du Ventoux, 85. — Structure géologique du Léberon, 86. — Hots néocomiens, 87. — 2 ^o Néocomien supérieur, 88. — Massif du Ventoux, 88. — Bassin d'Apt, 90. — Rochers isolés, 92.	
CHAPITRE III. — TERRAIN CRÉTACÉ.	93
Division en quatre étages, 93.	
§ I. MARNES A ANCYLOCERAS.	94
Caractères paléontologiques, 94. — Position stratigraphique, 95. — Résultats de nos études, 97. — Caractères géologiques, 103. — Environs de Gigondas, 105. — Chaîne à l'ouest du Barroux, 108. — Environs de Brantes, 109. — Canton de Sault, 111.	
§ II. GRÈS VERT INFÉRIEUR (<i>aptien, albien, cénomannien</i>).	119
Généralités, 119. — Distribution géographique, 121. — Faciès dans le département de Vaucluse, 123. — Environs de Rustrel, 123. — Gargas, 124. — De Gargas à Gordes, 126. — De Méthamis à Bedoin, 126. — Revers septentrional du Ventoux, 128. — Aurel et Sault, 130. — Environs d'Orange, 131. — Saint-Paul-Trois-Châteaux, 133. — Environs de Vaison, 135. — Revers sud du Léberon, 137.	
§ III. GRÈS VERT SUPÉRIEUR (<i>étage turonien</i>).	138
Généralités, 138. — Constitution minéralogique, 140. — Division en quatre sous-étages, 140. — Coupe de Mondragon à la colline de Mornas, 142. — Premier sous-étage, 142. — Deuxième sous-étage, 144. — Troisième sous-étage, 145. — Quatrième sous-étage, 147. — Coupe de Mondragon à Bollène, 150. — Remarques, 153.	
§ IV. CRAIE SUPÉRIEURE.	155
Age des lignites de Piolenc, 155. — Situation, con-	

stitution géologique, 156. — Autres exemples de la craie supérieure dans les Alpes, 159.

CHAPITRE IV. — TERRAINS TERTIAIRES.	162
Division en quatre terrains distincts, 162.	
§ I. SABLES QUARTZEUX ET ARGILES PLASTIQUES.	162
Généralités, 162. — Composition et gisement, 166. — Environs de Gignac et de Rustrel, 169. — Apt et Gargas, 170. — Environs de Roussillon, 171. — De Méthamis à Bedoin, 172. — Vallon du Grozeau, 173. — Bollène, 174. — Environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux, 174. — Plateau de Sault, 175.	
§ II. TERRAIN LACUSTRE A GYPSE OU SEXTIEN.	176
Constitution géologique, 176. — Fossiles, 178. — Age géologique, 179. — Environs d'Apt, 180. — Environs de Pertuis, 181. — De Mérindol à Taillades, 182. — Colline de Sainte-Radegonde près Gargas, 182. — Environs de l'Isle, 184. — Étendue du terrain au nord de l'Isle, 185. — Méthamis, 186. — Malemort et Mormoiron, 187. — Le Barroux, 187. — Malaucène, 187. — Beaumes et Gigondas, 189. — Vallon de la Nesque, près de Sault, 190.	
§ III. TERRAIN DE LA MOLLASSE.	192
Généralités, constitution géologique, 192. — 1° <i>Mollasse marine</i> , 194. — Colline de Barris, 194. — Saint-Yriex, 196. — Visan, Valréas, Cairanne, 198. — Coupe de la mollasse à Vacqueyras, 199. — Plateau de Saint-Amand, 201. — Vallon du Grozeau, 202. — Vaison, Crestet, Séguret, 203. — De Crillon à Malemort, 205. — Mollasse au sud de Malemort, 205. — Vallée du Caillon, 205. — 2° <i>Mollasse d'eau douce</i> , 207. — Coupe à Cadenet, 207. — Environs de Cucuron, 208. — Environs de Pertuis, 210. — Age géologique de la mollasse d'eau douce, 212. — De Pertuis à la Bastidone, 212.	

§ IV. TERRAIN LACUSTRE SUPÉRIEUR.	213
Caractères dans le département des Basses-Alpes, 214.	
— Caractères dans le département de Vaucluse, 217.	
CHAPITRE V. — TERRAINS QUATERNAIRES.	220
Notions préliminaires, 220. — 1° <i>Soulèvements et dis-</i> <i>locations quaternaires</i> , 224. — Configuration physique du sol tertiaire, 224. — Soulèvements quaternaires, 225. — 2° <i>Dépôts diluviens des bords du Rhône</i> , 227. — Dis- tinction de deux diluvium au Pontet, 227. — Diluvium inférieur, 230. — Diluvium des terrasses, 231. — Dilu- vium des plateaux près de Saint-Saturnin, 233. — Du Pontet à Sorgues et à Bédarrides, 235. — Environs de Bédarrides, 235. — Continuité du diluvium des pla- teaux, 236. — Plateau d'Orange, 237. — D'Orange à Pierrelatte, 239. — Plateau de Barris, 239. — Absence des blocs erratiques, 240. — Prolongement des dilu- vium. Époques glaciaires, 241. — 3° <i>Dépôts diluviens</i> <i>des affluents du Rhône</i> , 245. — Généralités, 245. — Diluvium des terrasses de la plaine, 248. — Plaine de Valréas, 248. — Plaine autour de Sainte-Cécile, 249. — Environs de Carpentras, 250. — Altérations juras- siques d'âge quaternaire, 251. — Diluvium des pla- teaux, 252. — Plateau sur la droite de l'Aigues, 252. — Plateau sur la gauche de l'Aigues, 254. — 4° <i>Dé-</i> <i>pôts diluviens de la vallée de la Durance</i> , 255. — Envi- rons de Pertuis, 255. — Plaine au pied du Léberon, 256. — 5° <i>Dépôt argileux des plateaux calcaires</i> , 257. — Ar- gile ocreuse de Sault. <i>Avens</i> , 257. — 6° <i>Théorie des</i> <i>phénomènes quaternaires</i> , 262.	
CHAPITRE VI. — TERRAINS MODERNES.	272
1° <i>Dépôts alluviaux</i> , 273. — Lois de l'accroissement des alluvions, 273. — Actions des rivières sur leur lit, 274. — Conséquences, 276. — Applications géolo-	

giques, 276. — Alluvions insubmersibles, 277. — Alluvions du Rhône, 278. — Les Paluds, 281. — Alluvions de la Durance, 283. — Autres dépôts alluviens, 284. — 2° *Terres végétales*, 285. — Définition, 285. — Principes de classification, 286. — Terrain agricole, 287. — Classification des terrains agricoles, 287. — Terrains agricoles du département de Vaucluse, 292. — Terrains à sol végétal indépendant, 292 — Terrains à sol végétal autochtone, 293.

NOTES ET DOCUMENTS DIVERS.

NOTICE STATISTIQUE SUR LES MINES ET LES CARRIÈRES.	297
I. Mines	298
§ I. MINES DE LIGNITE ET DE SOUFRE.	298
<i>Gîtes des terrains crétacés</i> , 298. — Mines de lignite de Mondragon, 298. — Mines de lignite de Piolenc, 301. — <i>Gîtes des terrains tertiaires</i> , 306. — Lignite de Be-doin, 306. — Lignite du Barroux, 307. — Mines de lignite de Méthamis, 308. — Mines de lignite de Saint-Martin-de-Castillon, 312. — Mine de soufre des Tapets et usine, 313.	
§ II. MINES DE FER.	317
<i>Gîtes des cavités néocomiennes</i> , 317. — <i>Gîtes des sables argilo-siliceux</i> , 321. — Mines de fer de Rustrel et usines, 322.	
II. Carrières	326
TABLEAU GÉNÉRAL DES CARRIÈRES.	327
RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES.	330
<i>Carrières de gypse</i> , 330. — <i>Carrières de mollasse et de pierre calcaire</i> , 331. — <i>Carrière de marne argileuse et</i>	

d'argile réfractaire, 333. — *Carrières d'argile et fabriques de poterie d'Apt*, 336. — *Carrières d'argile et fabriques de poterie de Bollène*, 341. — *Carrières de sable réfractaire et d'ocre*, 349.

NOTE SUR LES RAPPORTS DES FAUNES FOSSILES AVEC
L'AGE DES TERRAINS. 351

Faunes particulières actuelles, 353. — *Faunes particulières fossiles*, 358. — *Rapports entre les faunes fossiles et la succession des âges géologiques*, 362. — *Système des créations totales successives*, 369. — *Système des créations partielles successives*, 375. — *Système d'une création unique*, 384. — *Longévité des faunes fossiles; digression relative aux Alpes anthracifères*, 386. — *Influence fâcheuse des théories paléontologiques exclusives*, 390. — *Conclusion*, 395.

APPENDICE A LA NOTE PRÉCÉDENTE. 398

TABLEAU DES FOSSILES DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE. 403

I. TERRAIN JURASSIQUE. 403

II. TERRAIN NÉOCOMIEN. 405

Néocomien inférieur, 405. — *Néocomien supérieur*, 405.

III. TERRAIN CRÉTACÉ. 406

1^o *Étage des marnes à Ancyloceras*, 406. — 2^o *Étage du grès vert inférieur* (aptien, albien, cénonanien), 411. — 3^o *Étage du grès vert supérieur* (groupe turonien), 415. — 4^o *Étage de la craie supérieure*, 421.

IV. TERRAINS TERTIAIRES. 421

1^o *Terrain des sables argilo-siliceux*, 421. — 2^o *Terrain sextien ou à gypse*, 421. — 3^o *Terrain de la molasse*, 423. — 4^o *Terrain lacustre supérieur*, 428

V. TERRAINS QUATERNAIRES. 428

OBSERVATIONS SUR LA FAUNE DE L'ÉTAGE A ANCYLOCERAS . . .	428
TABLE DES HAUTEURS au-dessus du niveau de la mer . . .	433
ADDITION à la Notice sur les Mines et les Carrières.	439
AVERTISSEMENT relatif aux coupes géologiques	440
ERRATA	440

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

FAUTE A CORRIGER

Pag. 387, ligne 8 : sont d'une formation, *lisez* sont ceux d'une formation.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

PREMIÈRE PARTIE

GEOGRAPHIE PHYSIQUE

§ I. *Topographie, météorologie.*

Le département de Vaucluse fait partie de la Provence. Il est compris : du nord au sud, entre le 45^e degré 45 minutes et le 43^e degré 42 minutes de latitude; de l'est à l'ouest, entre le 2^e degré 22 minutes et le 3^e degré 20 minutes de longitude est de Paris (1). Sa super-

Limites.

(1) Voici les coordonnées géographiques de quelques-uns des points principaux du département :

Mont Ventoux, sommet : altitude, 1909^m; latitude, 44° 10' 19''; longitude, 2° 56' 34''.

Avignon, sommet de la tour du clocher de la métropole : altitude, 84^m.6; latitude, 43° 57' 5''; longitude, 2° 28' 14''.

Carpentras, sommet de la tour de la cathédrale : altitude, 134^m.3; latitude, 44° 3' 16''; longitude, 2° 42' 40''.

ficie a été évaluée, d'après les mesures les plus exactes, à 356,640 hectares 21 ares. Les départements auxquels il est contigu sont : au nord, la Drôme ; à l'est, les Basses-Alpes ; au sud, les Bouches-du-Rhône ; à l'ouest, le Gard. Il est borné naturellement à l'ouest par le cours du Rhône, et au midi par celui de la Durance. Au nord et à l'est, la ligne qui le sépare de la Drôme et des Basses-Alpes n'est point en rapport avec les accidents du sol ; vers le nord, sa limite est même très-défectueuse, puisque le canton de Valréas forme une enclave dans l'intérieur du territoire de la Drôme.

La plus grande longueur du département de Vaucluse est d'environ 11 myriamètres, suivant une ligne dirigée du nord-ouest au sud-est, depuis l'extrémité du territoire de Lapalud jusqu'aux bords de la Durance, près de Mirabeau. Sa plus grande largeur est de 65 kilomètres, en la comptant sur une ligne à peu près perpendiculaire à la précédente, tirée du confluent du Rhône et de la Durance à l'extrémité nord-est de la commune de Saint-Trinit, canton de Sault.

Climat.

Le climat du département de Vaucluse est moyennement celui de la Provence. Pour faire connaître ce dernier, nous ne pouvons faire mieux que d'emprunter les passages suivants à un excellent mémoire de M. Charles Martins sur les régions climatoriales de la France (1) :

Orange, sommet du clocher de la cathédrale : altitude, 82^m.5 ; latitude, 44° 8' 18" ; longitude, 2° 28' 15".

Apt, sommet du toit pyramidal de la cathédrale : altitude, 250^m.7 latitude, 43° 52' 34" ; longitude, 3° 2' 38".

(1) Annuaire météorologique de la France. 1850.

« Le voyageur qui s'embarque sur le Rhône à Lyon,
« pour descendre vers Marseille, ne s'aperçoit d'abord
« d'aucun changement dans l'aspect du paysage. Vienne,
« Tournon, Valence, passent devant lui sans que rien,
« dans la végétation, ne lui annonce qu'il s'avance avec
« une extrême rapidité vers le Midi. Les bords du fleuve
« sont couverts des mêmes cultures que ceux de la Saône ;
« seulement, la teinte du ciel, dont le bleu devient de
« plus en plus foncé, l'air tiède et doux que les poumons
« aspirent avec volupté, l'atmosphère plus transparente
« qui semble rapprocher les objets éloignés, font pres-
« sentir le voisinage de la Méditerranée. Mais, après
« avoir dépassé le Pont-Saint-Esprit, le Rhône est brus-
« quement resserré entre deux escarpements qui se
« dressent comme des murailles sur les bords du fleuve :
« ce sont les colonnes d'Hercule des climats du Nord.
« Lorsque le bateau à vapeur s'élançe hors de cette
« gorge, tout est changé ; c'est une nature nouvelle
« qui apparaît aux yeux du voyageur étonné : des mon-
« tagnes calcaires, nues et pelées, des édifices d'un ton
« jaune et chaud, des oliviers au feuillage grisâtre, de
« noirs cyprès se détachant vigoureusement sur le ciel,
« un paysage de Grèce ou d'Italie. La Provence est un
« morceau détaché de ces beaux pays et jeté sur le bord
« septentrional de la Méditerranée ; son climat est une
« heureuse exception à celui de la France. Protégée par
« un cercle de montagnes contre les vents du nord, et
« s'abaissant par gradins successifs vers la Méditerra-
« née, elle jouit d'une température supérieure à celle des
« provinces plus méridionales qui bordent les Pyrénées.

« La température moyenne annuelle y est plus élevée
 « que dans aucune autre partie de la France ; elle atteint
 « presque 15°. Les étés sont plus chauds et les hivers
 « moins froids que ceux du climat girouadin. Néanmoins,
 « dans les grands hivers, le thermomètre y descend
 « quelquefois fort bas. A Marseille, où nous avons les
 « excellentes observations de M. Valz, on l'a vu à 17°5
 « au-dessous de zéro en 1820, et à Hyères, la même
 « année, à — 12° (1). Ce sont les froids les plus inten-
 « ses qui aient été notés en Provence depuis le com-
 « mencement du siècle.

« Le voisinage de la mer tempérant les ardeurs de
 « l'été, le thermomètre ne s'élève pas proportionnelle-
 « ment aussi haut que dans le nord de la France ; mais
 « les chaleurs durent plus longtemps, et la moyenne de
 « l'été n'est nulle part au-dessous de 21°. La différence
 « entre les deux saisons étant égale à celle que nous
 « avons trouvée dans le bassin de la Gironde, le climat
 « provençal appartient à la catégorie des climats marins,
 « et présente une grande analogie avec ceux qui règnent
 « dans l'Europe méridionale, sur les bords de l'océan
 « Atlantique.

« La quantité annuelle de pluie n'est pas supérieure
 « à celle qui mouille moyennement la surface de notre
 « pays, mais sa distribution dans les quatre saisons de
 « l'année est très-caractéristique. Près de la moitié tombe
 « en automne ; l'autre moitié, en hiver et au printemps.
 « Aussi l'été est-il d'une sécheresse remarquable, sur-

(1) Il ne descendit qu'à —11° à Avignon.

« tout si on le compare à celui des autres régions climato-
 « toriales de la France. Les averses automnales étant
 « très-abondantes, on compte annuellement beaucoup
 « moins de jours pluvieux que dans aucune des régions
 « étudiées jusqu'ici. A Marseille, ils sont en moyenne
 « au nombre de 59 par an ; à Alais, de 68 ; à Montpel-
 « lier, de 67 ; à Nice, de 52. Les orages ne sont pas
 « communs, mais très-violents ; ils éclatent, en général,
 « au printemps et en été. »

Nous compléterons ces généralités par le résumé des principales observations météorologiques faites à *Orange* et à *Avignon*.

Observations
 météorologiques

A *Orange*, la température moyenne annuelle de 30 années (1813-1843) a été trouvée de 13°.3 ; elle se divise de la manière suivante par saisons :

Hiver, 5°.8 ; — printemps, 12°.0 ; — été, 21°.5 ; — automne, 13°.5. Les températures extrêmes de 1827 à 1843 ont été : minimum en 1826, — 13°.7 ; — maximum en 1830, 40°.2.

La quantité annuelle de pluie pendant 25 ans (1818-1843) s'est élevée moyennement à une hauteur de 0^m.695, ainsi répartie :

Hiver, 0^m.106 ; — printemps, 0^m.178 ; — été 0^m.103 ; — automne, 0^m.308.

A *Avignon*, la température moyenne annuelle de 24 ans (1802-1826) a été de 14°.42, ou par saisons :

Hiver, 5°.8 ; — printemps, 13°.9 ; — été, 23°.1 ; — automne, 14°.6.

Pendant le même intervalle de temps, il est tombé, moyennement par an, 0^m 568 de pluie.

Le vent N.-N.-O. règne pendant la plus grande partie de l'année ; le S.-O. souffle souvent en été ; le S., le S.-E. et le S.-S.-E. sont des vents chauds et humides qui accompagnent souvent la pluie (1).

Divisions
topographiques.

Les principales divisions topographiques du département de Vaucluse sont la *plaine*, les *collines* et les *montagnes*.

Plaine.

La plaine borde immédiatement le Rhône et s'étend sur toute la longueur du département. Sa surface présente une double pente bien caractérisée : l'une, très-faible du nord au sud, est indiquée par le cours du Rhône ; l'autre, beaucoup plus rapide, est dirigée de l'est vers l'ouest. Sa largeur moyenne, déduction faite des collines qui interrompent sa continuité, peut être évaluée à 11 ou 12 kilomètres. A son extrémité occidentale, son niveau ne dépasse souvent que de quelques mètres celui du Rhône, qui la couvre de ses eaux à l'époque des grandes inondations ; vers l'est, elle s'élève progressivement jusqu'à une centaine de mètres environ au-dessus du niveau du fleuve. Le sol de cette plaine est partout formé d'alluvions anciennes, consistant en limon, sables et cailloux roulés.

Collines.

Les collines se montrent çà et là dans l'intérieur de la plaine, ou bien elles bordent les montagnes et en constituent les premiers gradins. Plusieurs sont complète-

(1) Ces données sont extraites de *Patria*, p. 273 et 275. On trouvera des renseignements plus étendus sur la météorologie d'Orange et d'Avignon dans l'*Annuaire météorologique de la France*, 1850, et dans un opuscule ayant pour titre : *Mesures barométriques*, par J. Guérin. Avignon, 1829.

ment isolées : telles sont les hauteurs de Piolenc, de Courthésou, de Sorgues, de Vedènes, de Cavaillon, de Thouzon et de Sarrians. D'autres sont groupées et forment des massifs plus ou moins considérables. L'un de ces massifs s'élève entre Bollène, Mondragon, Mornas et Sérignan; le territoire d'Uchaux en fait partie. Un autre, sur lequel est situé le village de Châteauneuf-Calcernier, s'avance jusqu'aux bords du Rhône et y réduit la plaine à un défilé étroit; vers le nord, il se prolonge jusqu'à Orange. Un troisième, plus considérable que ceux dont nous venons de parler, occupe tout l'espace compris entre la montagne de Lagarde et le Léberon, dans l'arrondissement d'Apt, et de là s'étend dans le département des Basses-Alpes.

Ces diverses collines sont composées tantôt de roches calcaires ou de grès siliceux, tantôt de marnes sableuses et d'un grès grossier, ordinairement à texture lâche, nommé *mollasse*. Leur altitude, dans le voisinage du Rhône, est de 100 à 150 mètres; elle augmente à mesure que l'on marche vers la région est, où elle peut atteindre jusqu'à 500 mètres et plus.

Les montagnes constituent, dans la partie orientale du département, deux massifs principaux, appelés le *mont Ventoux* et le *Léberon*, qui sont formés l'un et l'autre de roches calcaires.

Montagnes.

On peut donner une idée exacte du mont Ventoux et des hauteurs qui en dépendent, en les considérant comme un vaste plateau qui vers le nord se relève brusquement, de manière à former une arête peu large, dirigée à peu près de l'ouest à l'est. Cette arête, dont le point culmi-

Mont Ventoux.

nant atteint une altitude de 1909 mètres, est, à proprement parler, le mont Ventoux. Du côté de l'ouest, elle s'abaisse rapidement et disparaît tout à fait entre Malaucène et le Barroux; mais à l'est on peut suivre son prolongement dans le département des Basses-Alpes jusqu'aux environs de Sisteron, où elle prend le nom de montagne de *Lure*. Les couches qui composent la sommité du mont Ventoux plongent partout vers la région sud. Sur leur revers septentrional, elles sont presque coupées à pic, et leur accès de ce côté est très-difficile. Du côté opposé, elles offrent d'abord une inclinaison considérable, qui diminue ensuite rapidement, au point de se rapprocher de l'horizontalité. On se trouve alors sur un plateau extrêmement vaste qui est peu accidenté dans sa partie orientale, mais qui, à l'ouest, a été profondément creusé par la Nesque. Si l'on continue à marcher vers le sud, on voit bientôt le sol se relever de nouveau et former une arête culminante qui est la ligne de partage des eaux entre le bassin de Sault et celui d'Apt. Cette seconde arête, beaucoup plus large et moins élevée que celle du Ventoux, est dirigée à peu près du nord-est au sud-ouest. Sa partie occidentale porte le nom de *montagne de Vauchuse*, parce qu'elle se prolonge jusqu'à ce village. Du côté opposé, elle supporte au nord d'Apt la commune de Lagarde, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est d'environ 1100 mètres. Le grand massif calcaire, dont nous venons de faire connaître la configuration d'une manière sommaire, est en général compris entre 700 et 900 mètres d'altitude. Il a 44 kilomètres de longueur moyenne de l'ouest à l'est,

depuis Villes jusqu'à Saint-Étienne-les-Orgues (Basses-Alpes), et 24 kilomètres du nord au sud, depuis Aurel jusqu'à Saint-Saturnin-d'Apt. On remarque que vers l'est il s'abaisse graduellement, de manière à finir par un plan légèrement incliné, tandis qu'au sud et à l'ouest il offre des chutes brusques, et même des escarpements à pic, comme ceux qui dominant la fontaine de Vaucluse. Cette vaste surface calcaire, que l'on peut évaluer au moins à 9 myriamètres carrés, est criblée, dans un grand nombre de lieux, de cavités irrégulières, creusées en forme de puits; on les nomme dans le pays des *avens* (1). Les eaux pluviales s'y engouffrent de tous côtés, et vont remplir de vastes réservoirs situés à des profondeurs inconnues. Ces réservoirs alimentent à leur tour des sources intarissables, remarquables par leur abondance et leur pureté; on les voit sortir du pied du plateau sur divers points de son contour. La plus célèbre, sur laquelle nous entrerons plus tard dans quelques détails, est celle de Vaucluse, qui a donné son nom au département.

Les couches calcaires du massif du Ventoux, qui au nord d'Apt s'enfoncent sous des marnes et des grès mollasses des environs de cette ville, se relèvent bientôt au sud, s'arrondissent en forme de dôme, et retombent ensuite rapidement, pour ne plus reparaitre que dans les Bouches-du-Rhône. La partie convexe de ce grand contournement, dont la hauteur maximum, au sud-sud-ouest de Castellet, est de 1125 mètres, forme le *Léberon*. Il y a donc, entre cette montagne et celle du Ventoux, une

Mont Léberon.

(1) Nous reviendrons sur ces *avens* dans le chapitre qui sera consacré aux terrains quaternaires.

liaison évidente. Ce sont deux grandes ondulations du même terrain, qui datent en outre de la même époque géologique. Cette contemporanéité, que l'on peut déduire directement de l'examen du dérangement des couches environnantes, résulte aussi de certaines circonstances orographiques identiques. Ainsi, de même que le Ventoux, le Léberon se termine à l'est en s'abaissant graduellement. De ce côté, il disparaît peu à peu sous des couches plus récentes entre Montfuron et la Bastide-des-Jourdans, tandis qu'à son extrémité opposée, sa ligne de faite est interrompue brusquement par des escarpements à pic situés au-dessus des villages de Robion et des Taillades.

Le Léberon n'a que 4 kilomètres et demi de largeur moyenne. Il est dirigé de l'est-12°-nord à l'ouest-12°-sud, et présente dans ce sens une longueur totale de près de 45 kilomètres. Sa hauteur moyenne paraît être de 750 à 800 mètres. Son axe n'est pas rigoureusement rectiligne; il forme une courbe sensiblement concave vers le nord. Peu de chaînes ont une structure aussi simple. On n'y observe aucune vallée longitudinale, et une seule vallée transversale, très-étroite, qui coupe la montagne du sommet à sa base, à peu près à son centre et à l'endroit où sa largeur est la moindre. C'est par cette coupure unique que l'on va d'Apt à Pertuis.

Si de Carpentras on jette les yeux vers le nord, on aperçoit à l'horizon des cimes dentelées (1) qui par leur aspect différent beaucoup des montagnes précédentes.

(1) Ces dentelures se voient aussi très-bien d'Orange en regardant vers l'est-nord-est.

Elles appartiennent à un petit groupe de sommités entre Gigondas et Malaucène, dont la partie la plus élevée est le plateau de Saint-Amand, au-dessus de Châteauneuf-du-Redortier. On y a placé un signal géodésique dont l'altitude est de 733 mètres. Les dentelures en forme de scie que présente cette chaîne dans sa partie occidentale, et qui sont fort rares dans les montagnes de la Basse-Provence, paraissent dues à deux causes, savoir : à la structure du terrain qui consiste en bancs d'un calcaire solide alternant avec des marnes friables, puis à des dislocations violentes qui ont rendu vertical ce système de couches. Les parties les plus dures sont restées en saillie comme des murailles, et, attaquées par les agents de dégradation, elles ont pris cet aspect déchiqueté qui les fait remarquer de loin.

Au nord de ce terrain si profondément bouleversé on observe jusqu'à Vaison d'autres sommités calcaires moins élevées, et à contours arrondis, qui doivent être mises au nombre des collines.

§ II. *Hydrologie.*

L'observation prouve que l'existence des bassins de nos fleuves avec une forme et des limites à peu près semblables à celles qu'ils ont de nos jours date d'une époque antérieure à l'apparition de l'homme, alors que des causes géogéniques aujourd'hui éteintes étaient encore en activité.

La considération des cours d'eau actuels est donc im-

portante, car ils offrent une analogie évidente avec ceux qui ont joué autrefois un rôle géologique. Pour cette raison, nous décrirons avec quelques détails les rivières du département de Vaucluse, et principalement le Rhône et la Durance. Nous les étudierons non-seulement dans les limites du département, mais dans toute l'étendue de leur cours, en nous bornant toutefois aux faits les plus essentiels.

Après la description des rivières, nous donnerons quelques renseignements sur les sources remarquables, les eaux minérales et les étangs du département.

1° Bassin du Rhône.

Le Rhône.

Le Rhône commence au mont de la Furca, sur le revers occidental du massif du Saint-Gothard. Comme la plupart des grands cours d'eau qui descendent des Alpes, il a des sources multiples cachées sous de vastes glaciers, qui eux-mêmes s'alimentent au sein de neiges éternelles. Après avoir suivi pendant longtemps une vallée étroite et profonde nommée le Valais, il se jette dans le lac de Genève à son extrémité orientale, et en sort par le côté opposé, aussi pur qu'à sa naissance. Il continue à se diriger de l'est à l'ouest, et atteint bientôt la chaîne du Jura, qui l'oblige à couler pendant quelque temps du nord au sud jusqu'à Pierre-Chatel, où, profitant d'une fracture profonde qui ouvre transversalement la chaîne, il tourne brusquement à droite et parvient à Cordon, dans les plaines du Bas-Dauphiné. Il semble

que là, sorti enfin des montagnes, et libre des entraves qui avaient gêné son cours, il devrait tendre à la mer par la voie la plus courte : c'est en effet ce qui a eu lieu autrefois. En examinant la surface du grand dépôt de cailloux roulés situé au pied des Alpes, dans la région nord-ouest du département de l'Isère, on y reconnaît avec évidence les traces d'anciens lits jadis occupés par le Rhône, qui coulait alors vers le sud-ouest en se partageant en plusieurs courants. Aujourd'hui que le niveau du fleuve, et probablement aussi son volume, sont beaucoup moindres, il s'est jeté dans une fente de rochers calcaires qui, à partir de Cordon, le fait remonter dans la direction du nord-ouest jusqu'à Saint-Sorlin ; mais à partir de ce point il n'obéit plus qu'à la pente générale du sol. Arrivé bientôt à Lyon, il a atteint le fond d'une grande vallée, courant du nord au sud, qui le conduit en ligne droite à la Méditerranée.

La superficie totale du bassin du Rhône a été évaluée à 9,775,000 hectares (1). La longueur développée du cours du fleuve, depuis sa source jusqu'à son embouchure, en y comprenant le lac de Genève, est de 860 kilomètres. Elle est de 330 kilomètres depuis Lyon jusqu'à la mer.

(1) Lortet, *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. 6, p. 67. 1843.

Voici la superficie en hectares de quelques autres bassins auxquels on pourra comparer celui du Rhône :

Seine, 7,777,000 ; Gironde, 8,180,000 ; Loire, 11,665,500 ; Rhin, 22,440,000.

La superficie du bassin de la Saône compris dans celui du Rhône est de 2,983,000 hectares.

Le tableau suivant indique les altitudes du lit sur divers points, à partir du lac de Genève :

A la sortie du lac	375 mètres.
Au fort l'Écluse	306
A Seyssel	242
A l'embouchure du lac du Bourget	224
— du Guier, près de Cordon	202
— de la Saône.	162
— de l'Isère	140
— de la Drôme	92
— de l'Ardèche	32
Sous le pont Saint-Esprit	31
Au pont d'Avignon	15
A l'embouchure de la Durance	13
Au pont de Beaucaire.	5
A Arles	2

La pente moyenne du fleuve de Lyon à la mer est de $0^{\text{m}}.54$; son maximum se trouve entre l'embouchure de l'Isère et Donzère, où elle atteint $0^{\text{m}}.739$; elle se réduit à $0^{\text{m}}.0376$ au-dessous d'Arles. Dans les limites du département de Vaucluse, c'est-à-dire entre l'embouchure de l'Ardèche et celle de la Durance, cette pente moyenne est de $0^{\text{m}}.40$.

Le Rhône a une largeur très-variable qui devient considérable dans la partie inférieure de son cours, ainsi qu'on pourra en juger par les chiffres suivants :

Au pont Saint-Esprit.	616 mètres.
Au pont d'Avignon	$\left\{ \begin{array}{l} \text{branche gauche, } 224^{\text{m}}.85 \\ \text{branche droite, } 437^{\text{m}}.17 \end{array} \right\}$
Au-dessous d'Avignon.	250
A Beaucaire	450

Quant à la profondeur des eaux en temps ordinaire, on comprend que dans chaque lieu elle doit dépendre de la largeur du lit. Elle est évaluée, en moyenne, à 6 mètres au-dessous d'Avignon.

La moyenne vitesse du Rhône de Lyon à Avignon varie de 1^m.20 à 2^m.40 au milieu du lit ; elle est de 1^m.40 à Vienne, de 2^m.40 entre la Voulte et Viviers, et de 1^m.20 à Avignon. Dans les crues, cette vitesse peut atteindre 4 mètres. L'expérience prouve qu'habituellement, un bateau chargé fait cette route avec une vitesse moyenne de 2^m.87.

Le fleuve, à son étiage, roule 250 mètres cubes d'eau en entrant à Lyon. Ce nombre s'élève à 320 mètres cubes après la jonction de la Saône ; il est de 415 au Pouzin, au-dessous des embouchures de l'Isère et de la Drôme ; de 426 à Viviers et de 460 à Avignon. Ce volume peut devenir dix à quinze fois plus considérable à l'époque des fortes crues.

Le Rhône, dans le Dauphiné, est moins sujet aux inondations que dans le midi, à cause du lac de Genève, qui fait l'office de régulateur ; il est d'ailleurs, en général, profondément encaissé. En Provence, ses débordements occupent des espaces immenses. Les plus grandes hauteurs au-dessus de l'étiage que le fleuve ait atteintes à Avignon, depuis près d'un siècle, sont les suivantes : 6^m.80, en 1755 ; — 5^m.57, en 1801 ; — 6^m.00, en 1825 ; — 4^m.11, en 1836 ; — 7^m.87, en 1840 ; — 5^m.57, en 1847 ; — 5^m.39, en 1856 (18 mai) ; — 7^m.83, en 1856 (31 mai).

Les eaux du fleuve sont basses ordinairement deux fois

l'année : en janvier, lorsque le froid a suspendu la fusion des glaciers, et lorsqu'il ne tombe que de la neige sur les hautes montagnes ; en août, après la fonte de la plus grande partie des neiges et avant les pluies de l'automne.

Affluents du Rhône. Les principaux affluents du Rhône dans le département de Vaucluse sont, en allant du nord au sud : *le Louzon*, *le Lez*, *l'Aigues*, *la Sorgues* et un torrent assez considérable nommé *l'Ouvèze*, qui se réunit à la Sorgues sous les murs de Bédarrides.

Le Louzon. Le Louzon prend sa source sur le territoire de Montségur (Drôme), à l'est des collines de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Il traverse, à l'extrémité nord du département, les territoires de Lapalud, de Bollène et de Lamotte, et va se jeter dans le Rhône à peu près en face de l'embouchure de l'Ardèche. Il est grossi sur sa rive droite par les eaux réunies des deux petits torrents nommés *l'Échavarelle* et *la Roubine*, et tout près du Rhône par un autre cours d'eau un peu plus considérable, *le Réalet*, qui vient de Pierrelatte. Le Louzon, coulant sur des terrains sablonneux et faciles à désagréger, roule beaucoup de sable et de menu gravier que l'on est obligé d'enlever de son lit pour éviter les débordements.

Le Lez. Le Lez est un cours d'eau torrentiel beaucoup plus considérable que le précédent. Il commence sur le revers oriental de la montagne de la Lance, au sud-sud-est de Dieu-le-Fit, dans le département de la Drôme. Après avoir traversé les territoires de Teyssières, Montjoux, Béconne, la Roche-Saint-Secret, Taulignan, Grignan, Colonzelle, Montségur et Beaume-de-Transit, il

entre dans le département de Vaucluse, à 5 kilomètres est-nord-est de Bollène, et va baigner les murs de cette ville; en y arrivant, il est déjà grossi par un grand nombre d'affluents, parmi lesquels on remarque l'*Herein*, venant des collines de mollasse situées au nord-est de Visan. Au delà de Bollène, le Lez suit la pente naturelle de la plaine; il passe à Mondragon, à Mornas, et va se perdre dans le Rhône, un peu au-dessous de cette dernière localité. L'étendue totale de son cours est d'environ 66 kilomètres, dont 16 seulement dans l'intérieur du département. Les crues ordinaires de ce torrent sont de 1^m.00 à 1^m.50; quelquefois elles sont beaucoup plus fortes et peuvent aller jusqu'à 6 mètres. Il y a alors des débordements qui produisent de grands ravages.

L'Aigues, le plus important des affluents torrentiels du Rhône sur le territoire de Vaucluse, prend naissance dans les bois de la commune de Laux-Montaux, département de la Drôme, et traverse tout l'arrondissement de Nyons, du levant au couchant. Il passe à Rémusat, à Villeperdrix, au-dessous de Sahune, aux Pilles, à Nyons où il sort des montagnes; puis, entre Mirabel et Vinsobres, entre Villedieu et Saint-Maurice; et après avoir limité pendant quelque temps le département de Vaucluse, il pénètre dans son intérieur, non loin du village de Sainte-Cécile. A partir de ce point, il parcourt toute la plaine comprise entre les collines de Gigondas à l'est et celles d'Uchaux à l'ouest, et va couper la grande route de Lyon à Avignon, un peu au nord d'Orange. Enfin, continuant à se diriger de l'est à l'ouest, il se jette dans

L'Aigues.

le Rhône à 4 kilomètres en amont de l'embouchure de la *Céze*, rivière du Gard.

L'étendue totale du cours de cette rivière est au moins de 79 kilomètres, dont 55 sur le territoire de la Drôme et 24 sur celui de Vaucluse. Elle est sujette à des crues violentes et subites. Au moindre orage, ses eaux grossissent, et pour peu que la pluie continue, on l'entend mugir au loin et rouler avec fracas de grandes masses de gravier. Quand elle déborde, elle renverse et détruit tout ce qu'elle rencontre. Ses dégâts sont énormes entre Nyons et le Rhône; presque partout les graviers sont aussi élevés que les terres. Dans le voisinage du Rhône, elle a formé avec le temps un vaste lit de déjection, dont la convexité est très-prononcée, et qui offre une largeur de plusieurs centaines de mètres au nord d'Orange.

Tous les affluents de l'Aigues qui ont quelque importance se trouvant dans le département de la Drôme, nous les passerons sous silence.

La Sorgues.

La Sorgues est la rivière qui sort de la fontaine de Vaucluse. Elle ne ressemble en rien aux cours d'eau torrentiels que nous avons déjà décrits et à ceux dont nous aurons encore à parler. Possédant en tout temps un volume considérable d'une eau vive et pure, elle ne grossit jamais subitement. Ses crues sont périodiques, régulières, et comprises entre des limites déterminées depuis longtemps. Nulle part elle n'exhausse son lit, et l'on dirait que son gravier fin reste toujours le même, la petite quantité qui est entraînée par les crues étant exactement compensée par celle qui arrive à la même époque. Il n'est

pas étonnant que ce cours d'eau, avec un pareil régime et une pente d'ailleurs assez considérable, soit une source de prospérité pour toute la partie du département qu'il traverse; il rend des services inappréciables à l'industrie comme force motrice, et à l'agriculture en alimentant de nombreux canaux d'irrigation.

Dès sa naissance, et dans le sein même du petit vallon de Vaucluse, la Sorgues met en mouvement plusieurs usines. Après avoir franchi les collines de mollasse qui encaissent d'abord son cours, et un peu avant d'arriver à l'Isle, elle se partage en deux branches, dont l'une va passer à Velleron et arroser la riche plaine des Paluds, comprise entre Pernes et Entraigues. La seconde branche, qui est la principale, et qui pour cette raison porte le nom de *Grande-Sorgues*, se rend à l'Isle, qu'elle entoure de ses eaux et où elle fait mouvoir de nombreuses roues hydrauliques. De là, elle se dirige vers le Thor, qu'elle traverse; puis, se divisant et se subdivisant, elle va porter la fraîcheur et la fécondité sur les territoires de Gadagne, de Jonquerettes, de Saint-Saturnin, de Vedènes et d'Entraigues. Une partie des eaux de cette seconde branche va rejoindre la première à Bédarrides; une autre a son écoulement au nord-ouest de Vedènes et se réunit à la rivière principale au bourg de Sorgues.

Les nombreuses ramifications de cette rivière, qui envoie même une de ses branches jusqu'à Avignon, rendent difficile l'évaluation de sa pente moyenne et de la longueur de son parcours. Quant à la quantité d'eau qui y coule, elle doit être plus considérable que celle de la fontaine de Vaucluse, car elle est grossie par quelques

sources qui en sont indépendantes et par divers affluents. La largeur du lit de la branche principale est constamment de 15 à 20 mètres; l'eau s'y maintient moyennement à 4 mètre de hauteur.

Les principaux affluents de la Sorgues sont *la Nesque*, *l'Auzon* et *l'Ouvèze*. Nous allons en dire quelques mots.

La Nesque.

La Nesque prend sa source sur le plateau du mont Ventoux, près d'Aurel. Après avoir traversé dans toute sa longueur le petit vallon que domine Sault, dont elle arrose les prairies, elle en sort au midi près de Monieux et entre dans des gorges profondes qui la conduisent à Méthamis. Après, elle suit le pied des collines de Venasque et de Saint-Didier, baigne les murs de Pernes, et va se jeter dans une des branches de la Sorgues, non loin d'Althen-les-Paluds. Ce torrent est complètement à sec en temps ordinaire, mais une pluie d'orage peut lui donner beaucoup d'eau.

L'Auzon.

L'Auzon a sa source dans les collines de grès et de marne sableuse qui, entre Villes et Flassan, s'appuient contre le mont Ventoux. Il sort de ces collines à Mormoiron, arrose la vallée de Mazan, passe sous l'aqueduc romain de Carpentras, et s'encaisse dans le plateau caillouteux de cette ville jusqu'à Monteux, où il coule au niveau de la plaine, et va se réunir à la Sorgues près de Bédarrides. L'Auzon est remarquable en ce qu'il manque rarement d'eau, même dans les plus fortes chaleurs; il peut par conséquent être employé aux irrigations. Son cours, dirigé à peu près de l'est à l'ouest, a environ 3 myriamètres de longueur.

L'Ouvèze.

L'Ouvèze, qui doit être comptée au nombre des grands

torrents du département de Vaucluse, a sa naissance au pied de la montagne de Chamouse, sur le territoire de Montauban (Drôme). Elle passe successivement à Montguers, au-dessous de Saint-Auban, à Sainte-Euphémie, au-dessous de Vercoiran, au Buis, à Pierrelongue et à Mollans. Après avoir fait son entrée dans le département de Vaucluse à peu de distance de ce dernier village, elle continue à couler de l'est à l'ouest jusqu'à Vaison, où elle passe entre deux rochers, sous un pont très-ancien, probablement d'origine romaine. Elle tourne ensuite autour des hauteurs qui courent de Vaison à Gigondas, et en suit le contour occidental jusqu'aux environs de Jonquières. De là jusqu'à Bédarrides, où elle rencontre la Sorgues, elle traverse la plaine unie de Sarrians. L'Ouvèze est un torrent moins considérable que l'Aigues, mais qui passe pour être plus irrégulier et même plus fougueux. Il exhausse considérablement son lit sur les territoires de Jonquières, de Sarrians, de Courthéson et de Bédarrides, ce qui oblige les riverains à des repurgements et à des entretiens très-couteux.

2° Bassin de la Durance.

La Durance a sa source sur les hauteurs qui dominent, au sud le col du mont Genève, à près de 2,000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle n'est d'abord qu'un ruisseau insignifiant, perdu au milieu des nombreux ravins qui sillonnent ces hautes montagnes. Son volume n'acquiert une certaine importance qu'après sa réunion,

La Durance.

aux environs de Briançon, à la Clarée et à la Guisanne. Bientôt après, elle est grossie par deux autres cours d'eau encore plus considérables, savoir : la Gyronde, qu'alimentent les glaciers de Vallouise, et le Guil, qui descend du mont Viso. Avant d'avoir atteint Embrun, elle est déjà une rivière remarquable. A partir de cette ville jusqu'à son entrée dans les Basses-Alpes, et dans toute la traversée de ce dernier département entre Sisteron et Mirabeau, elle ne reçoit que des affluents qui ont un caractère éminemment torrentiel : ce sont des cours d'eau qui ont tous leur source dans le sein de montagnes formées de calcaire schisteux, dont les dégradations ont lieu sur une échelle immense. Après chaque pluie, des monceaux de cailloux et de menu gravier descendent dans le lit de la Durance et s'y déposent. De là vient le régime capricieux de cette rivière, qui se partage en plusieurs bras dont l'emplacement varie sans cesse. Au moment des fortes crues, elle se porte avec fureur tantôt contre une des berges, tantôt contre l'autre, et les ronge en s'étendant sans cesse en largeur, en même temps que son niveau s'exhausse. Son entrée dans le département de Vaucluse a lieu près d'un petit village nommé Cadarache, au confluent du Verdon. A partir de ce point, elle sert de limite méridionale au département, et, après avoir baigné le territoire de neuf à dix communes, dont les principales sont Pertuis, Cadenet, Cavaillon et Avignon, elle va se réunir au Rhône, à 3 kilomètres et demi au-dessous de cette dernière ville.

La superficie totale du bassin de la Durance est évaluée à 1,340,000 hectares, et la longueur de son cours a

380 kilomètres, dont 96 forment la ligne séparative entre Vaucluse et les Bouches-du-Rhône.

Nous avons réuni dans le tableau suivant les hauteurs de cette rivière sur divers points :

	Altitude.
Au pont de Briançon	1249 mètres.
A l'embouchure de la Guisanne	1214
A Saint-Clément	911
Devant Mont-Dauphin	860
A Embrun	790
A Savines	775
A Vitrolles	487
A Sisteron	466
A Volx.	340
A Mirabeau	223
A Peyrolles	220
A Pertuis.	212
A la prise d'eau du canal de Craponne	152
A la prise d'eau du canal des Alpines, près de Mallemort.	100
A Orgon	70
Au pont de Bonpas.	39
A l'embouchure	13

La pente moyenne du lit, entre Cadarache et l'embouchure, est de 2^{mm}.47 par mètre ; elle est, par conséquent, six fois plus forte que celle du Rhône dans les limites du département.

Le lit de la Durance, en général très-large dans le département des Basses-Alpes, ne l'est pas moins dans celui de Vaucluse. Il a d'une rive à l'autre :

A la prise du Canal des Alpines.	1170 mètres.
Au pont de Bonpas.	526

En face de Rognonas.	400 mètres.
Près de l'embouchure	120

La profondeur moyenne des eaux en temps ordinaire est d'environ 3 mètres.

La Durance, n'ayant pour affluents que des torrents, a elle-même un régime complètement torrentiel. Ses crues sont subites et irrégulières; sa vitesse et la quantité d'eau qu'elle roule varient dans des limites excessivement étendues. D'après l'auteur d'un *Mémoire statistique sur le département de Vaucluse* (1), sa vitesse à l'étiage, au pont de Bonpas, est de 1 mètre par seconde, et son débit de 54 mètres cubes. Lorsqu'il survient de très-fortes crues, la vitesse atteint 5 mètres et le débit 9,240 mètres cubes. Celui-ci est donc 171 fois plus considérable qu'au moment des basses eaux.

Les affluents de la Durance, entre le village de Cada-rache et le Rhône, sont *le Caulon* et un grand nombre de petits torrents qui descendent pour la plupart du versant méridional du Lébéron.

Le Caulon.

Le Caulon ou *Calavon* est un cours d'eau torrentiel assez considérable, dont la source se trouve dans le département des Basses-Alpes, près de Banon. Il coule d'abord dans la direction du nord au sud jusqu'à son entrée dans le département de Vaucluse, entre Céreste (Basses-Alpes) et Saint-Pierre-de-Castillon. A partir de là, il tourne vers l'ouest, va baigner les murs de la ville d'Apt, traverse les territoires de Lacoste, de Goult, des Beaumettes, de Ménerbes, d'Oppède, de Maubec, de Robion, de Ca-

(1) Maxime Pazzis. *Avignon*, 1806.

vaillon, et se jette dans la Durance à 4 kilomètres au-dessous de cette dernière ville. Il est profondément encaissé dans toute l'étendue de l'arrondissement d'Apt; mais il cesse de l'être à partir du territoire de Robion. Il inonde alors quelquefois la plaine environnante et y dépose, au grand détriment de l'agriculture, un sable quartzueux rouge, provenant principalement des collines des environs de Roussillon. Ce torrent peut être cité comme un exemple des cours d'eau dont le régime a considérablement changé depuis une époque reculée, probablement par l'effet des défrichements et du déboisement du sol. D'après des actes fort anciens, il y a eu un temps où l'on affermaît à Apt la pêche du poisson qui vivait dans les eaux du Caulon. Aujourd'hui, il est à peu près complètement à sec pendant une grande partie de l'été. Les principaux torrents secondaires qu'il reçoit dans son sein sont : *la Buye*, près de Saint-Martin-de-Castillon; *la Doua*, venant de Gignac et passant à Rustrel; *l'Urbane*, dont la naissance est dans divers ravins, au nord du Villars; enfin *la Limergues*, torrent plus considérable que les autres, qui réunit les eaux de Murs, de Lioux, de Joucas, de Gordes, de Roussillon, et tombe dans le Caulon non loin de Goult.

Après le Caulon, on rencontre, en remontant le cours de la Durance :

Autres affluents
de la Durance.

1° *L'Eygues-Bron*, qui a sa naissance près d'Auribeau, passe entre Sivergues et Buous, traverse dans toute sa largeur la montagne du Lébéron par le défilé qui conduit à Lourmarin, et, après avoir arrosé le petit bassin où se trouve ce dernier village, va se jeter droit dans la Durance, au-dessous de Puivert.

2° *Le Laval*, qui, grossi du *Vabre*, du *Cairau*, de la *Maubonné*, du *Saint Joseph*, du *Saint-Cyr* et de la *Garigue*, petits torrents ou *valats* (1) qui descendent du *Lébéron*, atteint la *Durance* non loin de *Cadenet*.

3° *Le Mardarie*, qui, après avoir reçu aussi une foule de grands et de petits *valats* du côté d'Ansois et de *Cabrières-d'Aigues*, va se perdre dans la *Durance*, après avoir traversé la petite plaine de *Villelaure* ;

4° *Le Lex* de *Pertuis*, torrent plus considérable que les précédents ; il a sa source près de la *Bastide-des-Jourdans*, et descend à *Grambois*, où il reçoit un grand nombre de petits affluents venant de *Vitrolles*, de *Peypin-d'Aigues*, de la *Motte-d'Aigues* et de *Saint-Martin-de-la-Brasque* ; puis il passe près de la *Tour-d'Aigues* et sous les murs mêmes de *Pertuis*. Son embouchure dans la *Durance* est en face de cette ville.

5° *La Combe et le Rivet*, torrents entre lesquels se trouve le village de *Mirabeau*.

6° Enfin, tout près des frontières du département, *le Saint-Marcel*, qui depuis sa source, au-dessus de *Beaumont*, jusqu'à sa jonction avec la *Durance*, en face de *Saint-Paul (Bouches-du-Rhône)*, est encaissé dans le sein de collines couvertes de bois.

3° Sources remarquables, eaux minérales, étangs.

Fontaine
de Vaucluse.

Le département renferme plusieurs sources remarquables, parmi lesquelles on doit mettre en première

(1) Expression locale.

ligne la *Fontaine de Vaucluse*. Cette source, l'une des plus belles de l'Europe, est située au pied du massif du Ventoux, à 8 kilomètres est de l'Isle. Une route large et unie y conduit aujourd'hui. Après avoir quitté la plaine, on s'engage d'abord dans un vallon sinueux et profondément encaissé, borné à droite et à gauche par de hautes collines de mollasse couvertes de végétation, et d'un aspect assez pittoresque. A l'extrémité de ce vallon, dès que l'on a dépassé le village de Vaucluse, la nature du terrain n'est plus la même. On a devant les yeux des rochers calcaires, nus et escarpés, qui changent complètement la physionomie des lieux; elle devient sévère, et même sauvage; le chemin est de plus en plus tortueux, et sa pente augmente; enfin, on arrive à la source. Elle est renfermée dans un vaste bassin presque circulaire et en forme d'entonnoir, qui aboutit à une caverne profonde, ouverte en arcade au pied d'un rocher taillé à pic. Ce rocher, dont la hauteur est de 200 mètres, ferme brusquement le vallon étroit (1) que l'on avait suivi. L'aspect de la source varie beaucoup suivant l'abondance des eaux. Lorsqu'elles sont à leur maximum, ce qui a lieu au printemps, époque de la fonte des neiges, la voûte de la caverne est cachée, et une nappe d'eau tranquille remplit le bassin jusqu'à son orifice. Au mois d'octobre, au contraire, lorsque les eaux sont à leur minimum de hauteur, la voûte de l'antre apparaît tout entière et laisse voir un lac dont l'étendue se perd dans une profonde obscurité. On peut descendre, en prenant des précautions, le long

(1) L'étymologie du mot *Vaucluse* est probablement *vallis clausa* (vallée clause).

de l'entonnoir et arriver jusqu'à la surface de cette masse d'eau limpide qui remplit un abîme dont on n'a pu jusqu'à présent mesurer le fond. La source, en sortant, n'est pas bouillonnante comme on pourrait le croire : rien n'altère le calme parfait ni la transparence cristalline de sa surface. Son trop-plein, lorsqu'il ne surmonte pas les bords du bassin, s'échappe par les nombreuses fissures du roc calcaire. Il en résulte, à quelques mètres de là, vingt ruisseaux bruyants qui tombent en cascade et produisent des flots d'écume en se brisant sur les rochers.

D'après J. Guérin, auteur d'un ouvrage sur la fontaine de Vaucluse, la température de cette source, sauf de légères variations, est de 12°.9. Le même auteur évalue au moins à *seize mètres cubes* par seconde le volume d'eau qui en sort moyennement.

L'eau de la fontaine de Vaucluse, analysée au laboratoire des ingénieurs des mines à Avignon, a donné les résultats suivants pour un litre :

Substances gazeuses :

	Gr.
Acide carbonique libre	0.0670

Substances solides :

Alumine, silice, fer carbonaté	0.0053
Carbonate de chaux	0.1633
Id. de magnésie	0.0052
Sulfate de chaux	0.0147
Sulfate de magnésie	0.0004
	0.1889

La température de l'eau, le 30 septembre 1856, a été trouvée égale à 13°, résultat conforme à celui auquel était parvenu J. Guérin.

Une autre source remarquable est celle du Grozeau, Source du Grozeau. située à 1500 mètres est de Malaucène. Son analogie avec la fontaine de Vaucluse est évidente ; elle sort également du pied du massif calcaire du Ventoux. Son volume d'eau, en tout temps considérable, est suffisant pour faire tourner des roues hydrauliques. Sa température, à peu près constante, est de 11°.2. On y arrive de Malaucène en suivant un petit vallon riant qui, d'abord resserré entre deux rochers, s'élargit bientôt pour former un espèce de cirque verdoyant et ombragé, qui est fermé à l'est par un rocher haut de plusieurs centaines de mètres. On remarque à l'entrée du cirque une chapelle très-ancienne, dédiée à Notre-Dame-de-Grozel, et tout près de là une papeterie. Plus loin, au pied du rocher, se trouve la source. Elle sort d'une galerie voûtée ayant 12 à 15 mètres de longueur, au fond de laquelle l'eau, obligée de se répandre en nappe sur un déversoir, tombe en cascade d'une hauteur d'environ 1 mètre. Quoique la galerie, construite sans doute pour figurer une grotte, soit spacieuse, et que la cascade produise un assez bel effet, on regrette que l'art ait voulu ajouter quelque chose à la nature. La vue de cette belle source sortant immédiatement des cavités du rocher eût été bien préférable. Indépendamment de la papeterie mentionnée plus haut, les eaux du Grozeau en font mouvoir une autre plus importante, située sur le flanc gauche du vallon, ainsi que des moulins et des filatures de soie.

Un jaugeage approximatif des eaux fait le 28 juin 1860, à l'issue de la galerie, nous a donné 173 litres par seconde, volume un peu inférieur à celui qui arrive aux usines, parce que quelques autres sources jaillissent de l'intérieur du vallon.

Les eaux du Grozeau arrosent la vallée de Malaucène, et vont se jeter dans l'Ouvèze au-dessus de Vaison, après un parcours d'environ 1 myriamètre. Dans le trajet, elles sont grossies par *le Rieufroid*, torrent formé de diverses petites sources qui s'échappent du Ventoux au-dessus de Beaumont.

Fontaine d'Angel. La fontaine d'Angel, située sur le revers septentrional du mont Ventoux, mérite d'être citée à cause de sa grande élévation au-dessus du niveau de la mer, évaluée à 1165 mètres. Elle est couverte de neige pendant plusieurs mois de l'année, et conserve une température à peu près constante de 9°.

Eaux minérales. Les principales eaux minérales du département se trouvent à Urban et à Montmirail près de *Vacqueyras*, à *Velleron*, à *Sault* et à *Aurel*.

Sources de Vacqueyras. Les sources sulfureuses dites de *Vacqueyras* sont distantes de 3 kilomètres est de ce village. On doit les considérer comme étant les plus importantes du département. Elles ont donné lieu à la fondation de deux établissements thermaux distincts, situés : l'un sur le territoire d'Urban, commune de Beaumes; l'autre au quartier de Montmirail, sur la limite des communes de Beaumes et de Gigondas. Ce dernier établissement est le plus important.

La source sulfureuse de Montmirail est incolore,

limpide, d'une saveur sulfureuse salée, un peu amère. Lorsqu'elle est exposée à l'air, son odeur sulfureuse se développe et se perd lentement. Sa température constante est de 16 degrés centigrades. Cette source a été analysée en 1818 par Vauquelin. Une autre analyse plus récente, faite par M. Henri (1), a donné les résultats suivants pour 1 litre, les sels étant calculés à l'état anhydre :

Substances gazeuses :

Acide sulfhydrique libre	0.070
Azote, quantité indéterminée	»

Substances solides :

Sulfure de calcium	0.040
— de magnésium	} 0.007
— de sodium	
Sulfate de chaux.	1.670
— de magnésie.	} 0.523
— de soude	
Chlorure de magnésium	0.304
— de sodium.	} 0.096
— de calcium.	
Bicarbonate de chaux	} 0.440
— de magnésie	
Iodures, <i>indices légers</i>	»
Matière organique, <i>indices notables</i>	»
Phosphate terreux	} 0.150
Silice et alumine.	
Fer <i>probablement</i> sulfuré.	
Principe arsenical, <i>indices</i>	
Sel de potasse ammoniacal	
	3.230

(1) On doit au même chimiste les autres analyses de sources minérales qui seront rapportées plus loin. Elles ont été toutes faites sur 1000 grammes.

Indépendamment de l'eau sulfureuse, on a découvert à Montmirail une autre source appelée *eau verte*, qui est saline et possède des propriétés purgatives à raison de la quantité notable de sulfate de magnésie qu'elle renferme. Vue en grande masse, elle est d'une teinte légèrement verdâtre. Son odeur est nulle et sa saveur amère sans être désagréable.

Voici le résultat de son analyse :

	Gr.
Sulfate de magnésie.	9.31
— de soude	3.06
— de chaux	1.00
Chlorure de magnésium	0.83
— de sodium.	} 0.18
— de calcium	
Bicarbonate de chaux	0.37
— de magnésie.	0.16
Iodures, <i>trace sensible</i>	»
Sel de potasse ammoniacal, <i>non apprécié</i>	»
Phosphate terreux	} 0.39
Silice et alumine.	
Sesquioxyde de fer.	
Principe arsenical, <i>indice</i>	
Matière organique, <i>indice très-sensible</i>	»
	17.30

Les eaux sulfureuses de Vacqueyras sont connues depuis fort longtemps et jouissent d'une réputation méritée pour les guérisons des affections de la peau. Elles sont fréquentées chaque année par un nombre considérable de baigneurs.

Source de Velleron. La source minérale de Velleron sort du pied des col-

lines situées au levant du village. Elle s'élève d'une profondeur de plusieurs mètres, en dégagant des bulles assez grosses d'acide carbonique; sa température est de 15 degrés centigrades; elle est sans odeur fétide, d'une saveur agréable et d'une transparence complète. Son analyse lui assigne la composition suivante :

Acide carbonique libre (1)	0.460	
Bicarbonate de potasse	} 1.450	
— de soude		
— de chaux		0.490
— de magnésie		0.119
— de fer protoxydé.	0.002	
Sulfate de soude	} 0.730	
— de chaux		
Chlorure de sodium	0.007	
Silice ou silicates	} 0.100	
Alumine.		
Phosphate terreux		
Principe arsenical, <i>traces légères</i>		
Matière organique, <i>très-peu</i>		
	<hr/> 3.358	

Cette source, que sa composition doit faire ranger dans la classe des *eaux gazeuses*, est aujourd'hui exploitée. Un établissement thermal a été créé sur les lieux, il y a quelques années.

La source de Sault se trouve dans le vallon arrosé par la Nesque, au couchant de la ville, dans une localité nommée *Fontbelle*. Elle est sulfureuse comme les eaux de

Sources de Sault
et d'Aurel.

(1) La proportion de ce gaz est probablement un peu plus forte à la source.

Vacqueyras, mais à un degré beaucoup moindre, ainsi que le montre l'analyse suivante :

Acide sulfhydrique libre.	0.01
Acide carbonique, <i>indéterminé</i>	»
Sulfure de calcium	0.02
Sulfate de chaux	1.70
— de soude	0.30
Bicarbonate de chaux	} 0.40
— de magnésie	
Chlorure de sodium	} 0.07
Chlorure de calcium	
Silice, alumine	
Sesquioxyde de fer	
Matière organique.	
	2.50

On a le projet d'exploiter cette source; une demande en autorisation a été adressée, à cet effet, à l'administration.

La source d'Aurel, située à l'ouest de ce village, très-près de l'endroit où la Nesque prend sa source, n'a pas encore été analysée; elle passe pour être sulfureuse et magnésienne.

Étangs.

Nous terminerons cette description hydrologique du département par l'indication des étangs qu'il renferme. Ils sont en fort petit nombre, et l'on ne peut guère citer que celui de *la Bonde*, dont la superficie est d'environ 10 hectares; il se trouve sur la commune de la Motte-d'Aigues, au sud-ouest du village. Les sources abondantes et intarissables qui l'entretiennent donnent lieu à un trop-plein qui s'écoule sur le territoire de la Tour-d'Ai-

gues, où il met en mouvement quelques moulins; il sert aussi aux irrigations.

Il y a eu pendant longtemps, près de Sérignan, dans la partie nord-est de cette commune, un étang nommé *Lac du Rus* (1), qui avait plusieurs kilomètres de circonférence, et dont la profondeur, au centre, était de 6 mètres. Comme ses eaux diminuaient beaucoup pendant les grandes chaleurs de l'été, il en résultait des exhalaisons délétères qui occasionnaient des fièvres dans les environs. Aujourd'hui cet étang est complètement desséché et converti en prairies. L'agriculture et la santé publique y ont gagné à la fois.

La même remarque est applicable à l'étang de *Courthéson*, qu'alimentait autrefois une source salée. Cette petite nappe d'eau, qui a eu une certaine célébrité comme curiosité naturelle, a disparu entièrement. Son emplacement, situé au sud-ouest de Courthéson, n'offre plus que des champs cultivés; il ne reste même aucune trace visible de la source salée, qui a été ensevelie sous la terre végétale.

§ III. *Nature géologique du sol; ses rapports avec la végétation.*

1° *Nature géologique du sol.*

Avant de faire connaître d'une manière générale la constitution minérale du département, nous croyons utile

Notions
fondamentales
de géologie.

(1) Carte de Cassini, feuille n° 122.

de définir clairement quelques expressions que nous emploierons souvent dans la suite, et de donner en même temps un aperçu des principes fondamentaux de la géologie, en renvoyant pour plus de détails aux ouvrages élémentaires qui traitent de cette science.

Couche.

On entend par *couche* (1) un dépôt de matière minérale dont l'épaisseur est beaucoup moindre que la longueur et la largeur, et qui est limité dans le sens vertical par deux faces, le plus souvent sensiblement planes et parallèles. Les faces à peu près planes qui séparent deux couches contiguës comprennent ce qu'on appelle un *joint*.

Les agents physiques produisaient autrefois beaucoup de couches; elles sont plus rares aujourd'hui. Les lits alternatifs de cailloux, de sable grossier et de limon argileux, dont se composent quelquefois les atterrissements modernes, et qui sont dus à des crues successives, peuvent, jusqu'à un certain point, donner une idée de la formation des anciennes couches. Il est vraisemblable, en effet, que leurs joints correspondent à des intermitances, plus ou moins sensibles, dans le phénomène qui a créé l'ensemble du dépôt.

Liaison
stratigraphique.

On dit que des couches ont entre elles une *liaison stratigraphique* lorsqu'elles sont à très-peu près parallèles et qu'en outre elles offrent une certaine ressemblance sous le rapport de la nature minéralogique, soit que cette ressemblance s'étende à tous les termes de la série,

(1) Le mot *couche*, en latin *stratum*, est quelquefois remplacé par celui de *strate*, d'où viennent les expressions *stratifié* et *stratification*, souvent employées pour indiquer que des masses minérales sont disposées par couches.

soit qu'elle revienne périodiquement au moyen d'alternances.

Il y a au contraire *discordance de stratification* ou *solution de continuité stratigraphique* lorsque, au-dessus d'un groupe de couches toutes parallèles entre elles et placées d'une certaine manière relativement à l'horizon, on en observe un autre composé de couches également parallèles, mais dans une position différente. Dans ce cas, la couche qui commence ou qui termine l'un des groupes coupe en *biseau*, au point de jonction, plusieurs couches distinctes de l'autre groupe. En général, leur ligne séparative est sinueuse et irrégulière.

Solution
de continuité
stratigraphique.

Il y a une autre espèce de solution de continuité stratigraphique qui mérite d'être indiquée. Souvent on n'observe entre deux groupes de couches aucune discordance de stratification bien prononcée. Seulement le groupe supérieur s'étend à la fois sur le groupe inférieur et sur d'autres masses minérales, ou bien il ne couvre qu'une portion très-restreinte du groupe inférieur, sans que l'on puisse attribuer cette étendue moindre à une dénudation. Dans l'un et l'autre cas il est clair que les nappes d'eau, dans le sein desquelles les deux dépôts se sont effectués, ont eu des limites très-différentes. Il y a alors *stratification transgressive*.

Des couches sont dites liées entre elles sous le rapport paléontologique lorsque les mêmes fossiles se rencontrent à la fois dans les plus basses et les plus élevées. La *liaison paléontologique* existe également, mais à un degré moindre, lorsque la communauté des fossiles s'étend seulement à quelques espèces.

Liaison
paléontologique.

Solution
de continuité
paléontologique.

Il arrive assez souvent qu'en comparant deux groupes de couches contigus on trouve de grandes différences entre les animaux fossiles qui y sont renfermés. Non-seulement il n'y a aucune espèce qui leur soit commune, mais ce sont des formes d'organisation qui ne se ressemblent nullement. On dit, dans ce cas, qu'il y a *solution de continuité paléontologique*.

Partage des couches
en
groupes distincts.

Si dans les lieux où il existe une longue succession de couches, on observe celles-ci avec soin depuis leur base jusqu'à leur partie la plus élevée, il est rare que l'on ne parvienne pas à les partager en plusieurs groupes distincts, séparés entre eux par une solution de continuité qui peut être ou stratigraphique, ou paléontologique, ou, ce qui arrive très-fréquemment, à la fois stratigraphique et paléontologique. Ces solutions de continuité *géologiques*, pour leur appliquer une épithète commune, constituent un fait bien certain, qui subsiste indépendamment de toute explication qu'on peut en donner, et qui de plus n'est pas particulier à telle ou telle contrée, car on l'observe sur tous les points du globe.

Origine des solutions
de continuité
géologiques.

En réfléchissant sur les solutions de continuité géologiques, on est conduit à les attribuer, au moins en général, à des causes géogéniques de courte durée relativement à celles sous l'empire desquelles les groupes de couches se sont déposés. Considérons d'abord les *discordances de stratification*. Un fait de cette nature résulte toujours de ce que des couches ont été *renversées, brisées* ou *repliées*, par des forces puissantes, avant qu'elles aient été recouvertes par un autre dépôt. Or, il est naturel de considérer ces *dislocations* comme des phénomènes

qui, précisément à cause de leur violence, n'ont pu avoir une longue durée. De même, il est beaucoup de cas où les solutions de continuité même purement paléontologiques ne peuvent s'expliquer que par des causes dont l'action a été rapide. Cela est évident pour deux groupes de couches contigus, qui sont caractérisés par des fossiles très-différents, quoique dans le passage de l'un à l'autre le phénomène de la sédimentation n'ait pas été interrompu, ou, en d'autres termes, quoiqu'il y ait entre eux liaison stratigraphique. En effet, si dans ce cas il y avait eu une transformation lente et progressive de l'organisation animale, au lieu d'une solution de continuité paléontologique, c'est une liaison que l'on observerait. Il y aurait au point de jonction mélange entre les deux faunes différentes, et, en remontant la série des couches, on pourrait suivre les progrès de l'une et le déclin de l'autre. Loin de là, on observe le plus souvent qu'elles sont nettement séparées par un simple joint stratigraphique, d'où l'on doit conclure que la faune remplacée a été *anéantie* ou *expulsée* en masse. Cet anéantissement ou cette expulsion suppose une modification brusque des conditions physiques de la nappe liquide dans le sein de laquelle les couches se déposaient.

L'existence de solutions de continuité géologiques sur tous les points du globe, et la liaison que l'esprit aperçoit entre un pareil fait et l'action rapide de certaines causes géogéniques, ont conduit la plupart des géologues à diviser l'immense série des siècles pendant lesquels la croûte de notre globe s'est formée en un certain nombre d'époques de *calme*, séparées entre elles

Définition
géologique du mot
terrain.

par des époques de *trouble* ou de *perturbation*, dont la durée a été courte *relativement* aux premières. Pendant les époques de *calme*, et sous l'empire de causes géogéniques dont l'action était continue, il s'est formé un grand nombre de couches liées entre elles géologiquement, tandis que sur les points émergés il se produisait des érosions par les eaux courantes. Cependant le niveau des mers n'était pas alors constant comme de nos jours. Plusieurs faits paraissent prouver que la surface terrestre était alors soumise à des *oscillations*, mais elles étaient lentes et comprises entre des limites peu étendues. Les circonstances physiques étaient d'ailleurs les mêmes sur d'immenses espaces et ne se modifiaient que progressivement. Pendant les époques de *perturbation*, il y a eu au contraire des changements rapides et considérables dans le niveau relatif des terres et des mers, et les grandes modifications apportées à leur contour sont devenues *définitives*. En même temps, les couches déposées précédemment ont été brisées sur divers points et des montagnes ont été soulevées (1). Des matières li-

(1) Tout le monde sait que l'on doit à M. Élie de Beaumont la découverte de la coïncidence qui a existé entre le surgissement des montagnes et les lignes de démarcation des terrains, ainsi que la division des montagnes en plusieurs classes, d'après leur âge. Ces deux conceptions sont impérissables, parce qu'elles sont fondées sur la base solide de l'observation. Il nous serait impossible d'en donner une idée suffisamment complète sans nous écarter beaucoup de notre sujet. Nous renverrons donc aux mémoires spéciaux sur les soulèvements, et particulièrement à l'ouvrage ayant pour titre : *Notice sur les systèmes de montagnes*, par M. Élie de Beaumont, 3 vol. in-18. Paris, 1852.

guides ou pâteuses sont sorties des entrailles de la terre en perçant sa croûte, et se sont épanchées à sa surface. Ces époques de perturbations, auxquelles on a donné avec raison le nom de *révolutions du globe*, ont amené chacune une distribution géographique entièrement nouvelle des êtres vivants à la surface de la terre. Il est à peine nécessaire d'ajouter que, si à l'aide de l'observation on a pu partager les causes géogéniques en deux classes, suivant qu'elles ont agi avec lenteur ou avec une rapidité relative, on est resté dans une ignorance complète sur la nature des unes et des autres. Sous ce rapport, nous ne sommes pas plus avancés que les anciens géologues; il est seulement vraisemblable que ces causes se rattachent aux phénomènes chimiques et physiques qui se sont accomplis et s'accomplissent encore à l'intérieur de notre planète.

Il nous sera maintenant facile de donner une idée nette de ce que l'on doit entendre par *terrain*. Ce mot désigne en géologie *l'ensemble des couches qui se sont déposées pendant une époque de calme*. D'après cette définition, les terrains représentent des unités chronologiques et leur ensemble correspond à toute la série des temps qui se sont écoulés depuis les premiers âges du monde.

Nous ferons, relativement aux terrains, plusieurs remarques importantes.

Remarques relatives
aux terrains.

Le calme géologique qui a régné pendant les époques où les groupes de couches se sont déposés doit être pris dans un sens relatif: car la transition qui existe entre tous les phénomènes de la nature n'est pas moins réelle

que leur diversité. On serait en contradiction avec les faits si l'on supposait qu'aucune espèce de perturbation n'a eu lieu à la surface de la terre pendant la formation des terrains. On a les preuves du contraire en examinant ceux-ci à diverses hauteurs, car on trouve qu'ils sont loin d'être homogènes sous le rapport des fossiles et de la nature des roches. Mais ces perturbations, très-diverses comme celles qui ont donné naissance aux révolutions du globe, n'en ont été que l'image affaiblie et ont présenté beaucoup moins de généralité. Pour nous servir d'une comparaison que nous croyons exacte, les premières ont été aux secondes ce que les *salses*, les *fumaroles*, les *solfatares*, et en général les *émanations* de gaz ou de liquides, sont de nos jours aux *grandes éruptions volcaniques*. Il y a entre les unes et les autres une différence énorme sous le rapport de l'intensité des phénomènes éruptifs, quoiqu'elles soient liées entre elles par une analogie évidente, au moins sous le rapport des causes. Les perturbations d'un ordre secondaire, et souvent locales, qui ont affecté la formation des terrains, permettent de les diviser en *étages*, *sous-étages*, *assises*, et de distinguer jusqu'aux *couches*, qui sont les unités les plus petites des solutions de continuité géologiques.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, lorsqu'on observe quelque part une longue succession de couches, on y trouve ordinairement des solutions de continuité paléontologiques parfaitement caractérisées, et de plus tellement précises, que le joint séparant deux de ces couches, ou bien la ligne de jonction de deux groupes en stratification discordante, forme une séparation nette entre les

diverses faunes. Dans ce cas, il y a deux manières d'expliquer le changement survenu dans l'ensemble des fossiles. On peut supposer que les espèces du groupe le plus récent n'existaient *nulle part* avant l'époque géologique correspondante à ce groupe, et que par conséquent elles ont été *toutes* créées pendant l'intervalle de temps qui a séparé les deux dépôts. On peut aussi admettre que ces espèces existaient déjà *ailleurs*, au moins *en partie*, pendant que vivaient encore celles du groupe inférieur, en sorte que c'est par voie de *déplacement* que l'une de ces faunes serait venue se superposer à l'autre. Le choix entre ces deux explications est d'une importance extrême : car celle qui paraîtra la meilleure pour une localité particulière sera évidemment applicable à toute autre, et par suite on devra l'adopter pour les terrains considérés dans leur ensemble. Si l'on adopte l'explication du changement des faunes par la voie d'un déplacement, même partiel, il en résulte rigoureusement que l'on doit trouver dans deux terrains contemporains des êtres organisés qui ont vécu à des époques géologiques différentes, et que réciproquement deux terrains bien distincts par leur âge peuvent, suivant les lieux, renfermer les mêmes fossiles.

Dans notre opinion, l'explication du changement des faunes d'un terrain à l'autre par voie de déplacement est la seule qui soit vraisemblable et en harmonie avec l'observation. Quoique cette question appartienne à la géologie générale, nous ne pouvons nous dispenser de la discuter dans cet ouvrage, parce que de sa solution dépend la classification plus ou moins probable de certains

groupes de couches du département de Vaucluse. Comme, d'un autre côté, il nous serait impossible de traiter un pareil sujet avec tout le développement que mérite son importance sans nous livrer à une digression beaucoup trop longue, nous en ferons l'objet d'un article séparé, placé après nos descriptions géologiques (1).

Il nous reste à faire une dernière remarque relativement aux terrains. On objectera peut-être contre la définition que nous en avons donnée, que pendant le règne d'une époque de calme sur une certaine étendue de la surface terrestre, une autre partie a pu être en proie à des perturbations considérables, d'où il résulterait qu'en considérant des points très-éloignés, les lignes de démarcation des terrains ne se correspondraient plus. Une pareille supposition nous paraît peu vraisemblable à cause de la grande généralité qu'ont eue les phénomènes géologiques ; mais fût-elle admissible, que la classification des couches sur une portion déterminée du globe, en se fondant sur l'alternance des époques de calme et de trouble, serait encore la plus sûre et la plus rationnelle. Seulement, après avoir fait séparément l'histoire géologique de diverses régions dont l'ensemble embrasserait toute la surface terrestre, il resterait à coordonner entre elles, au point de vue chronologique, toutes ces histoires particulières, travail sans doute difficile, mais qui ne paraît pas au-dessus des efforts de l'esprit humain, en lui accordant un temps suffisamment long.

(1) Voyez à la fin de ce livre une note ayant pour titre : *Sur les rapports des faunes fossiles avec l'âge des terrains.*

En observant des groupes de couches dans un grand nombre de lieux, et en les comparant ensuite entre eux sous le rapport chronologique, les géologues sont parvenus à construire ce que l'on appelle l'*échelle générale des terrains*, qui est le résumé de tous les faits de superposition constatés jusqu'à ce jour. Si on étudie cette échelle au point de vue des révolutions du globe qui en ont séparé les divers termes, on reconnaît que parmi ces révolutions il en est qui paraissent avoir été beaucoup plus considérables que d'autres, à en juger par leurs effets. Or, de la même manière que dans l'histoire des peuples on a partagé la série des temps en un certain nombre de périodes commençant et finissant à des événements remarquables, dont l'influence sur les sociétés humaines a été très-sensible, de même en géologie on a tiré parti des grandes solutions de continuité que présente, de distance en distance, la série complète des terrains pour grouper ceux-ci et les comprendre dans des périodes tout à fait analogues à celles de l'histoire civile. Les périodes géologiques ont reçu des dénominations variées suivant les auteurs et les époques où ils ont écrit. La nomenclature la plus simple et la plus régulière, qui est aussi la meilleure parce qu'elle ne préjuge aucune question théorique, est la division des terrains en *primaires* (1), *secondaires*;

(1) Le mot *primaire* est fort ancien dans la science, mais autrefois il était synonyme de *primitif*, et s'appliquait exclusivement aux terrains cristallisés. M. d'Omalius d'Halloy est, nous le croyons, le premier qui ait eu l'heureuse idée d'employer cette expression pour désigner l'ensemble des couches cristallisées et de sédiment qui ont précédé la période secondaire.

tertiaires et *quaternaires* ; elle n'indique pas autre chose que leur ordre de succession. Aux quatre grandes périodes que nous venons de nommer, les géologues ajoutent la période *moderne* ou *actuelle*, dont les produits et les phénomènes sont importants à étudier, parce qu'ils peuvent, dans une certaine mesure, servir à expliquer ceux des périodes antérieures. Il n'est pas douteux, en effet, que les lois du monde physique n'aient été toujours les mêmes ; seulement, leurs conséquences se sont développées avec le temps, et c'est pour cette raison que la surface actuelle du globe ne ressemble plus à ce qu'elle était autrefois. C'est aussi par l'effet du temps que certains agents physiques, doués jadis d'une grande énergie, semblent aujourd'hui presque éteints.

Echelle générale
des terrains.

Les terrains qui correspondent à la période primaire étaient, il y a vingt-cinq ans encore, mal connus. Pris dans leur ensemble, on les distinguait en *primitifs* et de *transition*. Depuis, on les a étudiés avec beaucoup de soin, et ils ont reçu les noms suivants en allant de bas en haut : *azoïque* ou *crystallisé*, *silurien*, *dévonien*, *carbonifère*, *permien*.

La période secondaire comprend trois terrains principaux, qui sont : le *trias*, le *terrain jurassique* et le *terrain crétacé*.

On a réuni dans la période tertiaire un grand nombre de dépôts postérieurs aux précédents et ne présentant pas à beaucoup près la même constance de caractères quand on les suit d'un pays dans un autre ; d'où il résulte que leur correspondance chronologique n'est pas toujours facile à établir. Leur série a été divisée en trois étages

nommés *inférieur, moyen et supérieur*. Au lieu de ces expressions, beaucoup de géologues emploient celles d'*éocène, miocène et pliocène*, empruntées aux auteurs anglais.

La période quaternaire renferme principalement des terrains de transport, composés de matériaux roulés semblables à ceux que déposent encore sous nos yeux les cours d'eau torrentiels. Jusqu'à présent, le nombre de ces dépôts et leur âge relatif ont présenté beaucoup d'incertitudes. Les études que nous avons entreprises dans le but d'éclairer ce sujet important nous ont conduit à diviser la période quaternaire en cinq époques distinctes. La première a été remplie par des dislocations de couches et par des érosions. Les suivantes sont caractérisées par une succession de quatre terrains de transport que, d'après leur gisement nous avons nommés : *diluvium* (1) *des vallées, diluvium des plateaux, diluvium des terrasses et blocs erratiques superficiels*.

La période moderne nous offre des dépôts de nature variée, parmi lesquels on doit mentionner surtout ceux que forment les rivières, soit à leur embouchure, soit sur divers points de leur cours; on les appelle *terrains alluvians*.

Indépendamment des masses minérales divisibles en couches, pour lesquelles on a créé la classification que nous venons d'exposer, il en est quelques-unes qui n'offrent aucune trace de stratification, et qui par leur nature

Roches ignées
et métamorphiques.

(1) Le mot *diluvium* est devenu synonyme de *terrain de transport* appartenant à la période quaternaire.

chimique se rapprochent plus ou moins des produits des volcans ; elles portent le nom de *roches ignées*. Enfin, on en connaît d'autres qui par leur stratification quelquefois très-nette et même par la présence de fossiles renfermés dans leur sein, appartiennent à la classe des dépôts de sédiment, et qui, d'un autre côté, s'en séparent par une texture anormale ou par une composition minéralogique tout à fait différente ; elles sont dites *métamorphiques*. On les appelle ainsi parce que l'on suppose que primitivement rien ne les distinguait des couches de sédiment ordinaires, mais que, par suite d'altérations dues à des agents géogéniques, elles ont éprouvé sur place une espèce de *métamorphose* et pris leurs caractères actuels.

Terrains
du département.

Cet aperçu de la manière dont on a classé les diverses masses minérales de l'écorce du globe va nous permettre de donner avec clarté une idée sommaire de la constitution géologique du département de Vaucluse. Il n'existe dans ce département aucun membre de la période primaire. La période secondaire y est représentée par le *terrain jurassique*, le *terrain néocomien* (1), et le *terrain crétacé*. Les dépôts *tertiaires* y sont nombreux et bien développés : ils appartiennent aux trois étages de la série de ces terrains. Les divers *diluvium* qui caractérisent la période quaternaire, à l'exception cependant des blocs erratiques superficiels, s'y trouvent également. Enfin, les dépôts *alluviens* y occupent des espaces fort

(1) Le *terrain néocomien* ne figure pas dans l'échelle générale des terrains indiquée plus haut, parce que jusqu'à présent on l'a considéré comme faisant partie du groupe *crétacé*. Nous exposerons ailleurs les raisons qui nous ont conduit à l'en séparer.

étendus dans le voisinage du Rhône et de la Durance. Quant aux roches *ignées* et aux roches *métamorphiques*, les premières manquent complètement, et les secondes ne paraissent représentées que par certaines masses gypseuses que tout annonce être une modification de couches calcaires préexistantes. Nous allons entrer dans quelques détails sur chacun des groupes précédents, en nous bornant aux faits les plus généraux.

On ne connaît dans le département de Vaucluse qu'un seul des étages qui composent le terrain jurassique, et cet étage, que l'on nomme *oxfordien*, n'occupe qu'une portion fort restreinte de son territoire. Il constitue en partie le petit groupe de montagnes qui est compris entre Gigondas et Malaucène. On le retrouve ensuite à l'extrémité nord-est du département, sur la commune de Brantes, d'où il s'étend dans le département de la Drôme; puis, à un autre point extrême, sur le territoire de Mirabeau, d'où il se prolonge également dans les départements voisins. Les roches dont est formé ce terrain sont des marnes feuilletées, de couleur foncée, qui alternent dans leur partie supérieure avec des couches calcaires à texture ordinairement compacte. On y trouve beaucoup de fossiles, principalement aux environs de Gigondas.

Terrain jurassique.

Le terrain néocomien se divise en deux étages que nous avons distingués depuis longtemps dans le département de la Drôme. Le plus ancien est composé de marnes et de calcaires bleuâtres ou jaunâtres, alternant un grand nombre de fois. Sa puissance est ordinairement énorme. Le second étage consiste en bancs épais d'un calcaire blanc ou blond, quelquefois dolomitique, à texture sou-

Terrain néocomien.

vent cristalline; ses fossiles appartiennent pour la plupart à une famille particulière de coquilles nommées Rudistes. Les deux étages néocomiens constituent presque exclusivement la partie montagneuse du département, savoir : les massifs du Ventoux et du Lébéron. On les retrouve aussi dans la plaine sous la forme de monticules isolés, comme à Vedènes, à Cavaillon, à Thouzon, etc. Ces îlots néocomiens sont partout l'objet d'une exploitation active, ayant pour but de se procurer de la pierre calcaire qui manque aux environs.

Terrain crétacé.

Le terrain crétacé présente dans les Alpes quatre divisions principales, que nous nommons : *marnes à Ancyloceras*, *grès vert inférieur*, *grès vert supérieur* et *craie supérieure*. La formation des *marnes à Ancyloceras* est essentiellement composée de calcaires et de marnes en général argileuses, liés par un grand nombre d'alternances. Quant aux autres étages, leurs roches sont tantôt calcaires, tantôt arénacées; ces dernières dominent dans le département de Vaucluse. Le *grès vert inférieur* se divise assez nettement en trois assises, que M. d'Orbigny a appelées *aptienne*, *albiennne*, et *cénomaniennne*.

Les quatre étages crétacés se rencontrent dans l'intérieur du département, en partie dans le sein des montagnes, en partie à leur pied. Plusieurs des collines qui s'élèvent dans la plaine appartiennent également à ces étages.

Terrains tertiaires.

La série complète des terrains tertiaires est assez compliquée dans le sud-est de la France, et les géologues ne sont pas tous d'accord sur le nombre des termes qui la composent. Nous avons constaté dans le départe-

ment de Vaucluse la présence de quatre groupes qui nous ont paru bien distincts, et qui sont, en allant de bas en haut : 1° le *terrain des sables quartzeux et des argiles plastiques* ; 2° le *terrain lacustre à gypse* d'Aix ; 3° la *mollasse* ; 4° le *terrain lacustre supérieur*. Nous allons indiquer très-brièvement leurs principaux caractères.

Le terrain des *sables quartzeux* et des *argiles plastiques*, dont le nom indique suffisamment les éléments minéralogiques, est particulièrement développé dans l'arrondissement d'Apt. Il est remarquable par la prédominance de l'élément siliceux et par l'abondance du fer, qui lui donne presque partout une teinte rouge ou jaune très-prononcée. Cet étage tertiaire est le siège de toutes les exploitations de sable et d'argile réfractaires qui existent dans le département. Nous avons été conduit à l'identifier avec une partie au moins des dépôts, qui depuis quelques années sont connus dans les Alpes et le Jura, sous le nom de *terrain sidérolitique*.

Le *terrain à gypse* d'Aix, que nous appellerons quelquefois, pour abrégé, *sextien* (1), du nom latin de la ville aux environs de laquelle il a été principalement étudié, est composé de marnes, de poudingues et de sables grossiers, auxquels succèdent des calcaires d'eau douce ; ceux-ci renferment souvent des masses gypseuses et des couches de lignite. Ce terrain est le dernier terme de la puissante série des couches lacustres lignitifères des

(1) Ce mot n'est pas entièrement nouveau ; il a déjà été employé par M. Paul de Rouville dans sa *Description géologique des environs de Montpellier*.

Bouches-du-Rhône, où se trouvent d'importantes mines de combustible.

La *mollasse*, formée de sables, de marnes argileuses, de grès grossiers ou à grains fins, de calcaires plus ou moins sableux, et quelquefois de poudingues, est une des formations tertiaires les plus connues de la Provence et du Dauphiné. C'est aussi celle qui occupe, dans le département de Vaucluse, la superficie la plus considérable. Elle renferme une grande quantité de fossiles marins, sauf sur quelques points où l'on observe, soit dans son intérieur, soit à sa partie supérieure, des couches lacustres bien caractérisées, que nous décrirons sous le nom de *mollasse d'eau douce*.

Le *terrain lacustre supérieur* constitue dans les Basses-Alpes, entre la Durance et les montagnes calcaires situées à l'est, un vaste plateau profondément raviné, où se trouvent Valensole, Riez et un grand nombre d'autres communes. Le prolongement aminci et très-morcelé de ce terrain s'observe dans la partie la plus méridionale de Vaucluse, au pied du versant sud du Lébéron. Lorsqu'il est bien développé, il est composé de poudingues, de grès grossiers et de marnes, en masses assez distinctement stratifiées, où l'on trouve accidentellement des gîtes de lignite.

Les quatre étages tertiaires, dont nous venons de donner une idée sommaire, forment la plupart des collines du département. En général, ils s'appuient contre la base des montagnes de calcaire secondaire et en suivent les contours.

Quant à leur correspondance avec d'autres dépôts ter-

tières connus, nous pensons, par des raisons qui seront exposées plus tard, que les sables quartzeux et les argiles plastiques des Alpes sont rigoureusement contemporains du terrain également composé de sable et d'argile plastique que l'on observe au-dessous du calcaire grossier parisien, et que la série complète des calcaires d'eau douce de la Provence, en y comprenant l'étage sextien, représente l'ensemble des dépôts situés au-dessus de l'argile plastique du bassin de Paris jusqu'au calcaire lacustre de la Beauce inclusivement. Depuis longtemps on est d'accord pour assimiler la mollasse aux faluns de l'ouest de la France et à la partie inférieure des marnes subapennines. Enfin, le terrain d'eau douce supérieur des Alpes a pour équivalent marin les couches les plus élevées du terrain subapennin.

Les dépôts quaternaires, nommés aussi diluviens, qui existent dans le département, sont : le *diluvium des vallées*, le *diluvium des plateaux*, et le *diluvium des terrasses*. Ils sont parfaitement caractérisés chacun par un gisement différent. Quant à leur constitution minéralogique, elle est presque la même pour tous : ce sont des masses plus ou moins épaisses de sable et de cailloux roulés, qui n'offrent aucune trace d'une stratification régulière. On les observe soit sur les bords du Rhône et des autres cours d'eau, soit sur le sommet des collines voisines, où par leur position élevée ils méritent de fixer l'attention des géologues.

Terrains
quaternaires.

Les terrains alluviaux sont facilement reconnaissables, dans le département de Vaucluse, comme partout ailleurs, à leur composition minéralogique et à leur position tout

Terrains alluviaux.

à fait superficielle dans l'intérieur des vallées, où ils sont recouverts en partie par les eaux courantes. Parmi ces terrains il en est qui, bien que datant de la période moderne, sont situés beaucoup au-dessus du niveau moyen des rivières, en sorte qu'ils ont cessé de s'accroître depuis une époque très-reculée. Cela s'explique soit par les changements de régime que les cours d'eau paraissent avoir éprouvés depuis le commencement de la période actuelle, soit par l'effet des dessèchements ou des autres modifications que l'industrie humaine a apportées à la surface du sol.

Les principaux dépôts alluviens du département sont ceux du Rhône, de la Durance, et celui des *Paluds*, anciens marais desséchés, à sous-sol en partie tourbeux, situés entre Monteux et les coteaux qui s'étendent de Bédarrides à Caumont.

Rapports
entre la nature du sol
et son relief.

Il existe entre la nature géologique des diverses parties d'une contrée et leur hauteur relative des rapports généraux que nous croyons utile d'indiquer et dont nous ferons ensuite une application au département de Vaucluse. Nous distinguerons deux cas essentiellement différents, car, suivant que l'on considère l'un ou l'autre, on a des résultats opposés.

Il est des pays dont le sol n'a jamais été disloqué, et où les couches se trouvent par conséquent exactement dans la position qu'elles avaient à l'époque de leur formation. Néanmoins, leur surface n'est pas toujours unie; souvent, au contraire, elle est sillonnée par des vallées plus ou moins profondes, diversement ramifiées, dont le creusement date des dernières révolutions du globe. Si

l'on fait abstraction des dépôts de matières de transport qui ont suivi ou accompagné ces érosions, on observe, quant aux autres terrains, que les plus récents sont sur chaque point les plus élevés. Cela se vérifie aux environs de Paris et dans beaucoup d'autres localités. Une pareille disposition n'est que la conséquence nécessaire de cet axiome de géologie que, lorsque des couches de sédiment n'ont pas été dérangées, les premières déposées servent de support aux autres.

Le second cas est celui où le sol d'une contrée a éprouvé de grands bouleversements. On observe alors une loi inverse de la précédente, c'est-à-dire que les couches les plus anciennes sont en général celles qui atteignent la plus grande hauteur. Ce fait est vrai pour l'ensemble des terrains du département de Vaucluse (1). En effet, dans ce pays les montagnes sont composées de couches secondaires, la plupart des collines de dépôts tertiaires, et le sol de la plaine de matières de transport quaternaires ou alluviennes. Cette progression d'altitude correspondante à l'ancienneté de l'âge annonce que dans les régions montagneuses les plus hautes sommités n'ont pas été formées d'un seul jet, mais qu'elles sont le résultat de plusieurs mouvements du sol survenus à diverses époques. On comprend en effet que, si une contrée a subi plusieurs soulèvements successifs entre lesquels il y ait eu formation de terrains, l'altitude de ceux-ci doit être

(1) Le terrain jurassique fait cependant exception. Nous saisissons cette occasion pour rappeler qu'il n'est guère possible de formuler une loi générale en géologie.

proportionnelle à la somme des exhaussements éprouvés par chacun d'eux depuis son dépôt ; les plus anciens doivent donc être les plus élevés.

2° Influence de la nature du sol sur la végétation.

Causes
qui modifient
la végétation.

Il y a deux sortes de causes qui font varier la végétation d'un lieu à un autre : les unes sont extérieures ou indépendantes de la nature du sol ; les autres sont au contraire étroitement liées à sa constitution géologique. Parmi les premières on doit citer surtout, comme étant les plus générales, la *latitude*, le *climat* et les *abris topographiques*. Les causes extérieures ont imprimé à la Provence et au département de Vaucluse en particulier la physionomie végétale qui les caractérise. Elles ont donné à ce beau pays l'olivier, l'oranger, l'amandier, le figuier, le pistachier, le jujubier, et vingt autres productions végétales qui, en France, ne prospèrent bien que là. La vigne s'y trouve à peu près partout et brave l'altitude des lieux. Le pin pignon, le pin d'Alep, le chêne yeuse, y forment des forêts. Le froment, la pomme de terre et d'autres plantes du Nord parcourent ici en peu de temps toutes les phases de leur croissance. Mais cette couleur générale de la végétation, si l'on peut parler ainsi, est ensuite fortement nuancée dans chaque lieu particulier par la constitution minérale du sol. Nous allons essayer de faire ressortir cette influence en passant en revue les principaux groupes de terrains.

Les *terrains alluviaux*, étant essentiellement formés de détritiques de nature très-diverse et contenant en outre, presque toujours, des matières organiques, satisfont en général à l'une des plus importantes conditions de la fertilité du sol, celle de renfermer des éléments qui soient variés à la fois sous le rapport de la composition chimique et de l'état physique. Aussi, presque partout les dépôts de cette espèce donnent naissance aux terroirs les plus riches. Ce fait se vérifie dans le département de Vaucluse. Les dépôts limoneux des Paluds et de la plaine aux environs d'Avignon, ceux qui couvrent l'espace compris entre le Rhône, Orange et Mornas, et, plus haut, une partie du territoire de Bollène et de Lapalud, peuvent être cités comme exemples de terrains très-fertiles. On y récolte principalement du froment, de la garance et des plantes fourragères.

• Indépendamment de la supériorité que leur donne une constitution physique ordinairement heureuse, les terrains alluviaux occupant le fond des vallées peuvent facilement être arrosés, avantage qui est d'un prix inestimable dans le midi. Enfin, dans le cas où leur composition minéralogique serait défectueuse, on peut la corriger par le colmatage. Il arrive en effet quelquefois que les alluvions d'une rivière, surtout lorsqu'elle est torrentielle, renferment une trop forte proportion de cailloux ou de sable.

Les *dépôts quaternaires* de Vaucluse sont pour la plupart moins susceptibles d'une culture avantageuse que les alluvions modernes; ce qui tient le plus souvent à l'absence de l'élément calcaire et à la forte proportion de

cailloux qui entre dans leur composition. Ces terrains, étant de leur nature légers et perméables, et s'élevant quelquefois beaucoup au-dessus du fond des vallées, sont aussi très-exposés aux atteintes de la sécheresse. Les lieux complètement arides, connus en Provence sous le nom de *garigues*, appartiennent le plus souvent au sol quaternaire. L'irrigation, quand elle est possible, suffit ordinairement pour rendre ces terrains productifs. Quand ils ne sont pas susceptibles d'arrosage, on peut encore, à l'aide de soins, les utiliser en y plantant la vigne ou l'amandier, qui s'accommodent très-bien d'un sol caillouteux. Loin des bords du Rhône, les alluvions quaternaires renferment ordinairement du sable et de menus débris plus ou moins marneux, susceptibles de se convertir en argile par décomposition; ils acquièrent par là une certaine fertilité. On peut citer la plaine caillouteuse, très-bien cultivée, au centre de laquelle se trouve la ville de Carpentras (1).

Les *terrains tertiaires*, étant très-variés sous le rapport de la composition minéralogique, le sont aussi quant à l'aspect de la végétation qui les couvre. Lorsque les couches sont formées d'un grès fin, à texture lâche, et facile à désagréger, ainsi que cela a lieu ordinairement pour la mollasse, on a une terre végétale légère, sablonneuse et abondante, et reposant sur un sous-sol imperméable en grand, mais perméable en petit. Pour cette raison, ce sous-sol possède constamment une certaine humidité et

(1) Dans le chapitre des terrains quaternaires, nous reviendrons sur les relations de ces terrains avec l'agriculture.

la communique en partie à la terre située au-dessus. Celle-ci est donc peu exposée à de grandes sécheresses et convient à toutes les plantes qui s'accommodent d'un sol maigre, pourvu qu'il soit frais et profond. Quelquefois le terrain de mollasse est composé de bancs de grès quartzeux à gros grains, ou de calcaires arénacés solides, qui, par leur désagrégation, fournissent un gravier siliceux mêlé de fragments irréguliers plus ou moins volumineux. Un pareil sol est ordinairement très-aride.

Les dépôts tertiaires les plus fertiles nous ont paru être ceux dont l'origine est lacustre. Comme ils sont formés de calcaire et de marne susceptibles de produire de l'argile en se décomposant, leur terre végétale a de la consistance et convient à la culture des céréales. La marne argileuse ou terre à brique, qui souvent fait partie de ces dépôts, améliore leurs qualités agricoles, pourvu qu'elle ne soit pas pure sur une notable étendue, car dans ce cas elle rend le sol complètement improductif.

L'olivier se plaît surtout sur les pentes bien exposées des collines de mollasse, parce qu'il y trouve des abris et que la nature de sol lui convient.

Parmi les étages du *terrain crétacé*, la formation à Anyclocéras, étant composée de marne argileuse et de calcaire alternant ensemble, présente de l'analogie sous le rapport minéralogique avec le terrain tertiaire à gypse. Leur influence sur la végétation est à peu près la même. Les autres étages crétacés, renfermant beaucoup de grès quartzeux et de calcaires arénacés, constituent en général un sol sablonneux, dépourvu d'argile et presque stérile,

comme celui que produit la mollasse lorsqu'elle est formée de grès grossiers et de calcaires sableux.

Le *terrain néocomien* est composé, comme nous l'avons dit, à peu près exclusivement de calcaires marneux ou compactes, en bancs épais et solides. De pareilles roches étant éminemment perméables en grand, parce qu'elles sont fracturées et fissurées dans tous les sens, et ne produisant d'ailleurs par leur désagrégation que des amas incohérents de cailloux anguleux, mêlés de très-peu d'argile, sont presque entièrement privées de l'humidité nécessaire aux végétaux; pour cette raison, leur surface est généralement stérile. Leur aridité naturelle est encore augmentée par leur position élevée et le climat chaud du pays. Telle est la cause de la nudité à peu près complète de la région montagneuse du département de Vaucluse et de presque toute la Provence, d'où résulte sa faible population.

Nous prendrons pour exemple le canton de Sault, qui embrasse sur le plateau que domine le Ventoux une superficie de 25,006 hectares. Il ne renferme que cinq communes, dont la population totale est de 5,234 habitants, ce qui fait 20.93 par kilomètre carré. Si l'on prend pour terme de comparaison un canton quelconque dans la plaine, par exemple celui de Bollène, on y trouve sept communes, et en tout 15,235 habitants sur une superficie de 17,837 hectares, ce qui donne 85.41 habitants par kilomètre carré, population spécifique environ quatre fois plus forte que la précédente (1). On peut ajouter que

(1) La population spécifique de la France est égale en moyenne à 67.963, et celle du département de Vaucluse à 75.82.

le plateau du mont Ventoux ne serait qu'un vaste désert si la nature ne l'avait en partie recouvert d'une légère couche argileuse, étrangère au sol, grise ou rougeâtre, véritable chair agricole sur ce squelette calcaire. Cette terre, intimement liée aux bancs calcaires dont elle a rempli les fissures et les cavités, nous a paru d'origine quaternaire; nous en parlerons plus tard avec détails. Grâce à ce revêtement argileux, malheureusement discontinu, un certain nombre de végétaux croissent et même prospèrent sur les flancs du Ventoux. On y observe des forêts de chêne yeuse; le hêtre s'y montre aussi et atteint un niveau très-élevé. Dans le canton de Sault, partout où la couche argileuse présente une épaisseur seulement de quelques décimètres, on cultive avec succès le froment, qui, par la bonté de son grain, l'emporte sur celui que l'on récolte dans les terrains bien plus riches de la plaine; la pomme de terre y est surtout de bonne qualité. Enfin, la garance elle-même, malgré l'altitude des lieux, y donne d'excellents produits.

Le *terrain jurassique* occupe une trop petite étendue dans le département de Vaucluse pour y avoir une physionomie agricole qui lui soit spéciale. Nous dirons seulement que ce terrain observé dans les Alpes paraît plus fertile que les roches néocomiennes et les divers étages crétacés; ce que l'on doit attribuer à une plus forte proportion de marnes calcaires friables qu'il renferme. Ces marnes, qui deviennent facilement argileuses par décomposition, étant mêlées de débris calcaires non décomposés, constituent un assez bon sol.

Nous terminerons cet aperçu des rapports de la nature du sol avec ses productions agricoles en donnant un résumé de la *Topographie botanique du mont Ventoux* par M. Charles Martins (1). On y verra un exemple remarquable de la triple influence qu'exercent sur les végétaux la constitution minérale du sol, son altitude et son exposition.

Le mont Ventoux est à peu près isolé, et, pour cette raison, très-propre à des observations de géographie botanique; il présente deux versants principaux, l'un faisant face au sud, l'autre au nord. Le versant sud commence à partir de Bedoin, village situé à 302 mètres au-dessus du niveau de la mer; sa pente moyenne est d'environ 10°. Ses flancs, sillonnés par de profonds ravins, sont tournés vers une vaste plaine qui s'ouvre sur la Méditerranée; il est exposé tout à la fois à l'influence calorifique des rayons solaires et à la violence des vents de la mer. Le versant septentrional est au contraire plus abrupte; sa pente moyenne est de 19° 30'. A la hauteur de 1,424 mètres on trouve un petit plateau où sont situées les bergeries du mont Serein. La base de la montagne de ce côté a déjà 400 mètres d'altitude; elle est abritée par une petite chaîne parallèle au Ventoux, ayant de 800 à 1,000 mètres de hauteur au-dessus de la mer: elle est donc garantie de la violence des vents du nord, et le

(1) Voyez pour ce mémoire les *Annales des sciences naturelles*, t. X (partie botanique), 1838. Nous nous sommes permis d'ajouter de courts commentaires à l'excellent travail de M. Martins, sans rien changer d'ailleurs à ce qui en forme le fond.

rayonnement de la chaîne contribue encore à élever sa température.

Si l'on gravit le versant sud de la montagne depuis Bedoin jusqu'au point culminant, on observe successivement les six régions végétales suivantes :

1^o Région du *Pinus Halepensis*. Le pin d'Alep, qui donne son nom à cette première région, est un arbre qui croît spontanément sur les collines incultes en Orient, aux environs d'Alep et de Jérusalem, ainsi que sur les côtes maritimes de France, près de Fréjus; on le trouve aussi en Afrique, dans les montagnes de l'Atlas. Il caractérise donc un climat chaud. On l'observe aux environs de Bedoin jusqu'à une hauteur qui varie entre 403 et 430 mètres; il y est accompagné de plantes très-méridionales, parmi lesquelles on remarque le chêne à kermès (*Quercus coccifera*).

2^o Région du *Quercus ilex*. Le chêne vert, nommé aussi *yeuse*, se montre indépendant du pin d'Alep quand on a dépassé l'altitude de 430 mètres. On sait que cette espèce de chêne se plaît dans les terrains pierreux et secs. Quoique résistant mieux au froid que le pin d'Alep, il ne peut supporter un hiver rigoureux : aussi manque-t-il dans le nord de la France et en Suisse. Il s'élève sur le versant sud du Ventoux jusqu'à la hauteur de 480 à 540 mètres. Sur les pentes de l'Étna il atteint, d'après M. Philipi, une altitude de 1299 mètres.

3^o Région des *thyms* et des *lavandes*. Au-dessus des chênes verts il y a une zone entièrement dépourvue d'arbres. On y observe des thyms et des lavandes mêlés de buis rabougris, plantes essentiellement propres aux

sols rocailleux et bien exposés. Il y a à la même hauteur des champs d'avoine, de seigle et de pois chiches. Cette région est ordinairement comprise entre 540 et 1150 mètres.

4° Région du *Fagus sylvatica*. Le hêtre, qui caractérise cette région, commence à se montrer vers 1100 mètres ; mais à cette hauteur, le sol n'étant pas encore assez frais, il est rabougri ; il ne paraît en pleine croissance qu'à 1150 mètres, d'où il s'étend jusqu'à 1660 mètres, qui est sa limite supérieure. Cette zone, dont la largeur verticale est, comme on le voit, de 510 mètres, constitue la région boisée du mont Ventoux ; elle forme une bande noire qui le traverse dans son milieu et que l'on aperçoit de loin. Le hêtre demande un terrain convenablement sec, que les rayons solaires ne puissent trop échauffer. Lorsqu'il ne trouve pas cette condition remplie sur le versant d'une montagne, parce qu'elle est rocailleuse et chaudement exposée, il s'élève beaucoup, jusqu'à ce qu'il ait atteint une hauteur qui lui procure la fraîcheur dont il a besoin : c'est ainsi que sur le versant sud de l'Étna il parvient jusqu'à 2085 mètres.

5° Région du *Pinus uncinata*. Le pin à crochets se montre à 1660 mètres, et même bien au-dessous, avec le hêtre ; puis, il s'élève seul jusqu'à 1810 mètres, limite au-dessus de laquelle il n'y a plus de végétation ligneuse sur la pente sud du Ventoux. Cet arbre est accompagné de genévrier (*Juniperus communis*), qui commence beaucoup plus bas et monte presque aussi haut. Le genévrier est en effet un arbre robuste, qui brave des climats très-différents.

6° Région *Alpine*. Elle s'étend depuis 1810 mètres jusqu'au sommet de la montagne, à 1909 mètres, où, d'après M. Charles Martins, la température moyenne serait de 1°.56. On y trouve des plantes complètement alpines, telles que : *Viola cenisia*, *Helianthemum aelandicum*, *Oxytropis cyanea*, *Iberis nana*, *Saxifraga oppositifolia*, *Poa Alpina*, etc.

Sur le versant septentrional du mont Ventoux, on observe à peu près la même succession de végétaux qu'au sud, sauf cependant que la région du pin d'Alep manque complètement; cela est peu étonnant, puisque l'altitude de la base nord de la montagne est déjà de 400 mètres. Les autres zones présentent sous le rapport de leurs limites des différences que nous allons indiquer.

La région du *Quercus ilex* s'élève au nord jusqu'à 618 mètres, tandis qu'au midi elle s'arrête vers 538 mètres; ce qui paraît d'abord extraordinaire, car une exposition froide devrait avoir pour effet d'abaisser la limite supérieure des plantes. Mais cette anomalie n'est qu'apparente; elle s'explique par l'existence, au nord, d'une chaîne parallèle à la direction du Ventoux, qui abrite la partie inférieure de cette montagne et l'échauffe par la réverbération des rayons solaires. C'est évidemment pour la même raison qu'au nord les lavandes commencent plus bas que sur le versant opposé; il y a une différence de 45 mètres. Nous allons voir que cette influence des abris disparaît à des hauteurs plus grandes.

Au sud, la région des thyms et des lavandes succède immédiatement à celle du chêne vert. Au nord, il y a une zone intermédiaire caractérisée par le noyer. Cet arbre

manque complètement sur le versant méridional du Ventoux, probablement à cause de la sécheresse du sol.

De même, au midi, dès que l'on a dépassé 1035 mètres, le sol est tellement sec que les cultures cessent tout à fait ; elles s'élèvent jusqu'à 1360 mètres au nord, où, par l'effet de l'exposition, l'humidité se conserve mieux.

Sur les deux versants du Ventoux, les forêts de hêtre forment une région bien caractérisée, dont la hauteur est évidemment en rapport avec l'exposition. Du côté du nord, le hêtre commence plus bas et monte moins haut qu'au midi. La différence est d'environ 289 mètres. Le même fait s'observe sur les pentes des Alpes et de l'Étna, où la région du hêtre s'élève ou s'abaisse suivant que l'on considère le versant méridional ou le septentrional. La variation est de 279 mètres dans les Alpes et de 315 sur l'Étna, chiffres qui ne s'écartent pas beaucoup de celui que nous venons d'indiquer pour le Ventoux.

En résumé, la comparaison des deux versants opposés du Ventoux montre que pour les régions végétales inférieures, les abris et la réverbération produite par le sol compensent, et au delà, l'influence de l'exposition; que cette dernière influence est très-sensible dans les régions supérieures; enfin, que l'humidité, plus grande au nord qu'au sud, modifie à la fois la nature des plantes et leur altitude. On voit, par cet aperçu de la topographie botanique d'une montagne dont la structure est cependant très-simple, de combien d'éléments se complique la distribution géographique des végétaux.



SECONDE PARTIE

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DES TERRAINS.

CHAPITRE I^{er}.

TERRAIN JURASSIQUE.

Le groupe du terrain jurassique des Alpes, nommé étage *oxfordien*, est le seul que l'on observe dans le département de Vaucluse ; il y présente à peu près les mêmes caractères minéralogiques que dans les départements de l'Isère, de la Drôme et des Basses-Alpes, mais sa puissance paraît être un peu moindre. Les roches qui le composent sont : la *marne argileuse*, la *marne calcaire*, et le *calcaire compacte*.

Constitution
minéralogique.

La marne argileuse est d'un gris très-foncé approchant du noir ; ses feuillets sont minces et friables ; elle est surtout développée à la partie inférieure de la formation, où elle se présente en grandes masses mal stratifiées, dans le sein desquelles les eaux pluviales ont creusé de profonds ravins. On remarque souvent à leur surface des efflorescences blanches, composées de sulfate de magnésie mêlé d'une petite quantité de sulfate de chaux. La pro-

duction de ces matières salines doit être attribuée à la décomposition des pyrites dont ce terrain est ordinairement imprégné.

La marne calcaire est associée aux argiles et y passe par des transitions insensibles. Elle en diffère par une stratification distincte et une plus grande proportion de carbonate de chaux qui leur donne une certaine dureté.

Le calcaire compacte alterne avec les marnes précédentes, et les divise en assises; ses bancs sont surtout fréquents et épais à la partie supérieure de la série. Sa cassure est inégale et d'une couleur grise plus claire que celle des couches marneuses. Il passe quelquefois à une brèche dont les fragments empâtés sont tous calcaires.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le terrain jurassique constitue la plus grande partie d'un petit groupe de montagnes compris entre Gigondas et la vallée de Malaucaène. On l'observe aussi aux extrémités du département, près de Brantes, et sur la commune de Mirabeau.

Environs
de Gigondas.

Le terrain oxfordien des environs de Gigondas est très-développé, et surtout bien caractérisé. Considéré dans son ensemble, il a des contours irréguliers et s'enchevêtre dans le sein de roches d'un âge plus récent, au milieu desquelles il paraît avoir surgi, poussé de bas en haut par de violentes convulsions. On y observe les trois espèces de roches que nous avons indiquées : la marne argileuse, la marne calcaire, et le calcaire compacte. La marne argileuse et la marne calcaire constituent l'as-

sisse la plus basse du terrain. Ces deux espèces de roches sont surtout puissantes sur le versant sud de la chaîne, aux environs de la ferme du Grand-Montmirail, et au-dessous de la tour en ruines qui existe dans la même localité. Leurs caractères généraux sont ceux qui ont été décrits plus haut, sauf cependant que, sur plusieurs points, elles présentent des indices manifestes d'une altération survenue après leur dépôt. On remarque qu'elles sont alors fortement colorées en rouge ou en jaune par de l'oxyde de fer ; qu'elles prennent une texture dolomitique, ou bien qu'elles sont bréchiformes, arénacées ou celluleuses, ce qui les fait passer aux roches connues dans les Alpes sous le nom de *cargneule*. Des parcelles de mica s'y trouvent aussi disséminées. On observe, dans le sein de ces couches altérées, au lieu dit les *Gypières*, des masses de gypse qui paraissent être elles-mêmes métamorphiques. Nous en parlerons bientôt.

Nous ajouterons que l'on trouve dans les marnes de Montmirail des concrétions ellipsoïdales, de nature calcaire, creuses à l'intérieur, qui sont souvent fracturées, accident qui peut être attribué à la pression des couches lorsqu'elles étaient encore à l'état pâteux. Dans ce cas, les concrétions deviennent des géodes, dont la cavité est tapissée de nombreux cristaux de quartz limpide à sommets bien terminés. Il n'est pas rare d'y trouver une ammonite ou un autre fossile, qui paraît avoir été comme un centre d'attraction, autour duquel les molécules de carbonate de chaux se sont agglomérées.

Le ravin du Grand-Débat, au-dessous du Choulet, commune de Lafare, présente une succession de marnes

schisteuses et de bancs calcaires, qui peut être citée comme un exemple de la structure du terrain oxfordien à sa partie inférieure. Les bancs calcaires sont d'abord minces et séparés par des épaisseurs considérables de marne feuilletée ; puis ils se rapprochent, deviennent plus durs et plus épais. Leur stratification, quoique contournée et sinieuse, est très-distincte ; on les voit plonger vers le nord-ouest sous un angle voisin de 70°. Ces bancs calcaires s'enfoncent sous un nouveau groupe de marnes schisteuses friables, qui elles-mêmes sont bientôt suivies de nouveaux strates calcaires dont la couleur ocreuse fait ressortir la teinte gris bleuâtre des schistes avec lesquels ils alternent. La puissance totale de cette série de couches est d'environ 130 mètres.

La partie supérieure du terrain jurassique, entre Gignondas et Lafare, est formée de calcaires compactes, épais, solides, divisés en deux assises par un groupe plus marneux, intermédiaire. Tout ce système ayant été replié et fortement relevé, au point d'être à peu près vertical, les assises les plus dures sont restées en saillie comme des dikes ; les roches marneuses, plus tendres, ont été au contraire creusées par les agents de dégradation. Il en est résulté deux petits vallons, bornés à droite et à gauche par des crêtes dentelées qui courent parallèlement à la stratification, dans la direction du sud-ouest au nord-est. De ces deux vallons, le plus méridional, qui renferme le col d'Assault, nous a paru compris entre les assises de calcaire épais et compacte que nous avons dit être séparées par un groupe plus marneux. Quant à l'autre vallon, où se trouve la localité

nommée *le Queyron*, les bancs, qui le dominent à droite et à gauche, plongent de chaque côté en sens contraire, et se rejoignent probablement, en affectant l'allure dite en *fond de bateau* (1). La partie inférieure de ce repli ne peut pas être aperçue, parce qu'il s'y est déposé des couches plus récentes, appartenant à un terrain créacé, dont il sera fait mention dans la suite. Le même dépôt créacé existe aussi au col d'Assault, mais ici il est beaucoup moins étendu, et, en descendant du côté de l'est, on peut bientôt observer les couches jurassiques qui occupent la partie la plus basse du vallon. Elles consistent principalement en strates de quelques décimètres d'épaisseur, d'un calcaire gris clair avec taches rosâtres, dont la compacité égale celle de la pierre lithographique ; ils alternent avec des lits de marne schisteuse, ordinairement moins épais et de couleur un peu plus foncée. Ce système de couches, dont la puissance est au moins de 50 à 60 mètres, paraît fortement disloqué, et présente des ondulations en forme de S. Cependant on voit assez clairement que d'un côté, au sud-est, il s'appuie contre des bancs de calcaire compacte, verticaux, dentelés, qui sont eux-mêmes supérieurs aux marnes des environs de Montmirail, et que d'un autre côté, au nord-ouest, il s'enfonce sous une dernière assise, également de calcaire compacte, formant la partie la plus élevée de tout le terrain.

Les couches bouleversées que nous venons de décrire, et les marnes de Montmirail qui leur servent de base, se

(1) Voyez la coupe n° 12.

prolongent au nord est sur le territoire de Suzette, qu'elles constituent presque entièrement. Leur nature reste la même, mais leur aspect physique change beaucoup, parce que la stratification affecte ici une allure toute différente. Au lieu d'être verticale, elle devient horizontale ou faiblement inclinée; le repli qui a donné naissance au vallon de Queyron s'efface complètement. Il en résulte que la chaîne prend une structure très-simple, en offrant d'ailleurs la même série de couches qu'entre Lafare et Gigondas. La base est formée de marnes qui sont très-développées, et qui présentent en général les mêmes indices d'altération que nous avons signalés au Grand-Montmirail. Le village même de Suzette est bâti sur un rocher de calcaire marneux fortement ocreux, en partie tuffacé; tout autour, le sol est coloré en rouge ou en jaune, jusqu'à une grande distance. Sur ces marnes, dont la puissance est de plusieurs centaines de mètres, repose une première assise de calcaire compacte de 10 à 12 mètres d'épaisseur, dont la tranche coupée à pic se voit presque immédiatement au-dessous du chemin qui conduit de Châteauneuf-du-Redortier à la grange du Chêne. Cette assise calcaire sert évidemment de support à un autre groupe principalement marneux et médiocrement épais, sur lequel est établi le chemin dont nous venons de parler. Enfin, en continuant à monter, on atteint la dernière assise calcaire qui compose le sommet de la chaîne, et notamment le plateau de Saint-Amand, point culminant de toute la contrée aussi bien sous le rapport topographique que sous le rapport géologique. Le calcaire de ce plateau se prolonge assez loin vers le nord-est, et va,

en s'abaissant graduellement, s'enfoncer sous la mollasse près de la route de Vaison à Malaucène, et presque à égale distance de ces deux villes.

Au sud du Suzette, on voit une montagne formée de roches jurassiques, qui court à peu près de l'ouest à l'est, depuis Lafare jusqu'aux environs du Barroux. Le village de la Roque-Alric a été bâti sur son versant nord-ouest, presque à sa base. Les couches de cette montagne plongent généralement vers le nord et paraissent par conséquent inférieures à celles de Suzette et du plateau de Saint-Amand. Mais il est impossible de s'en assurer positivement, parce qu'il existe entre les deux terrains un dépôt tertiaire continu qui cache leur ligne de jonction. Près du Barroux, des marnes argileuses, peut-être supérieures à ce système calcaire, renferment des fossiles oxfordiens.

On observe sur le territoire de Gigondas, au quartier dit des *Gypières*, à 1,500 mètres environ du village, quatre à cinq masses de gypse qui sont faiblement exploitées et n'ont aucune importance industrielle. Elles sont rouges ou roses, rarement grises, confusément stratifiées, et à contours irréguliers; leur séparation d'avec les marnes environnantes est loin d'être nette. Elles sont associées à des cargneules et à des bancs d'une brèche à texture grossière, formée de fragments anguleux de diverses roches jurassiques. Tout autour, le sol est coloré en rouge ou en jaune, et paraît profondément altéré. D'après ces caractères, il est vraisemblable que le terrain oxfordien a été modifié sur place, postérieurement à son dépôt, par des émanations souterraines qui sur certains points étaient

Masses
GYPSEUSES.

chargées d'acide sulfurique, ce qui a converti le calcaire en sulfate de chaux. En décrivant dans la suite les terrains quaternaires, nous rendrons compte de faits qui prouvent la réalité de ces altérations, et permettent en même temps d'en fixer la date.

Les masses gypseuses métamorphiques, associées à des cargneules et à d'autres roches modifiées, se rencontrent sur un grand nombre de points, dans toute l'étendue des Alpes, où elles ne caractérisent aucun niveau géologique. Dans plusieurs localités de la Drôme et des Basses-Alpes, elles se trouvent dans le sein de couches où, comme à Gigondas, les fossiles oxfordiens abondent; ailleurs, comme aux environs de Digne, elles sont au milieu de fossiles propres au lias. Enfin, dans le Briançonnais, la Maurienne, et la Tarentaise, elles accompagnent des assises calcaires qui alternent avec des grès à anthracite à empreintes végétales houillères.

Fossiles.

Les marnes noires argileuses, formant la base du terrain oxfordien dans les montagnes de Gigondas, renferment un grand nombre de fossiles, principalement des ammonites, que l'on trouve au quartier des Gypières, aux environs de la ferme du Grand-Montmirail, et plus à l'est, sur le territoire de Lafaré et de Suzette. En voici une liste que nous croyons bien près d'être complète : *Belemnites hastatus*; *Ammonites tortisulcatus*, *A. cordatus*, *A. plicatilis*, *A. Eugenii*, *A. perarmatus*, *A. canaliculatus*, *A. Toucasianus*, *A. Henrici*, *A. Erato*, *A. Hermione*, *A. Hyacinthus*, *A. oculus*, *A. Duncani*, *A. athleta*, *A. Arduennensis*, *A. Constantii*, *A. lunula*, *A. coronatus*, *A. Hommairii*, *A. Lamberti*, *A. tatricus*, *A.*

signodianus, *A. Lalandeanus*, *A. arthriticus*, *A. Jason*, *A. Adelaë*, *A. Raspailii*, *A. tripartitus* (1).

Les assises calcaires, qui constituent la partie la plus élevée du terrain, sont beaucoup moins riches en restes organisés que les marnes argileuses. On y a recueilli seulement les coquilles suivantes : *Rhyncotheutis larus*; *Ammonites plicatilis*, *A. tortisulcatus*; *Terebratula diphylla*, *T. triquetra*.

Nous avons trouvé dans les marnes argileuses du même terrain, près du Barroux, les *Ammonites plicatilis* et *tortisulcatus*, qui sont au nombre de ses espèces les plus caractéristiques.

Le terrain jurassique forme au sud de Brantes, à une distance qui n'excède pas 500 à 600 mètres, le sommet d'une petite chaîne qui court à peu près de l'ouest à l'est, parallèlement à celle du Ventoux. La base de cette chaîne, du côté du sud, est couverte jusqu'à une certaine hauteur par un terrain crétaqué qui sera décrit plus tard. Sa partie la plus élevée est composée d'un calcaire compacte, gris foncé, souvent traversé par de petits filons de chaux carbonatée spathique, offrant par conséquent les caractères les plus ordinaires du calcaire oxfordien des Alpes. Beaucoup de fragments détachés du sommet ont roulé jusqu'aux environs du village. On y trouve les *Ammonites plicatilis* et *tortisulcatus*, qui, ainsi que nous venons de le dire, sont caractéristiques de cet

Environs
de Brantes.

(1) Pour tous les fossiles, lorsqu'ils sont compris dans le *Prodrome de paléontologie* d'Alcide d'Orbigny, nous avons adopté, à peu d'exceptions près, les noms de genre et d'espèce de cet ouvrage, auquel nous renvoyons pour la synonymie.

étage. Le calcaire jurassique de Brantes n'est que l'extrémité d'un massif fort considérable du même terrain, qui constitue la plus grande partie de la région montagneuse des arrondissements de Nyons et de Die, dans le département de la Drôme.

Pertuis
de Mirabeau.

Au pont de Mirabeau, la Durance passe dans un défilé qui n'a guère plus de 140 à 150 mètres de largeur; il est connu sous le nom de *Pertuis de Mirabeau*. Ses parois sont formées de couches calcaires grises, compactes, avec filons de spath calcaire blanc, en tout semblables à celles de l'assise la plus élevée de l'étage oxfordien des Alpes; elles en ont aussi les caractères paléontologiques, car on y trouve l'*Ammonites plicatilis*. Leur ensemble paraît très-puissant. On remarque que ces couches sont pliées cylindriquement autour d'un axe horizontal dirigé de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, en sorte que d'un côté elles plongent fortement vers la région sud, et de l'autre vers le nord. Sur la rive droite de la Durance, ce terrain forme un petit massif flanqué de tous côtés par des roches plus récentes, et principalement par la formation néocomienne, qui s'appuie contre lui en stratification concordante. Cet ensemble de couches se montre aussi de l'autre côté de la rivière, où l'on peut l'étudier avec une grande facilité, parce qu'il est coupé à pic le long de la grande route, sur une longueur de plusieurs kilomètres. En marchant, à partir du pont, dans la direction de Peyrolles, on observe d'abord le terrain jurassique, dont les bancs plongent fortement vers le sud; puis, quand on a fait à peu près la moitié du chemin, on rencontre le terrain néocomien qui suc-

cède au précédent sans offrir aucune solution de continuité stratigraphique. Sur les deux rives de la Durance, entre Mirabeau et Peyrolles, ce système à couches très-inclinées est recouvert par de la mollasse en strates horizontaux. Ce fait remarquable n'a pas échappé à M. Élie de Beaumont, qui a signalé le plissement dont nous venons de parler comme un exemple de dislocation survenue entre une formation à fossiles crétacés et un terrain tertiaire. (Voyez les *Annales des sciences naturelles*, 1829, tome XVIII, page 292.)

CHAPITRE II.

TERRAIN NÉOCOMIEN.

Généralités. Le terrain néocomien présente, dans la plupart des localités où on l'observe, deux étages fort inégaux en puissance et différents aussi par leurs caractères minéralogiques et l'ensemble de leurs fossiles (1).

L'étage inférieur, qui est à beaucoup près le plus épais, est essentiellement composé de marnes et de calcaires alternant ensemble. Les marnes sont ordinairement schistoïdes, et en lits minces, d'un gris bleuâtre ou jaunâtre; elles sont quelquefois argileuses. Les calcaires sont tantôt marneux, tantôt compactes et solides; leur teinte habituelle est le blond plus ou moins clair, ou le gris bleuâtre, ou bien ils offrent un mélange irrégulier

(1) En 1833, à une époque où le terrain appelé plus tard *néocomien* était complètement inconnu, nous avons décrit ses deux étages dans le département de la Drôme sous le nom de *craie marneuse* et de *calcaire à Dicérates*. Nous avons fixé leur position relative et leurs rapports avec le grès vert, dont nous les avons distingués. En 1840, dans notre ouvrage sur la géologie des Basses-Alpes, nous n'avons eu qu'à changer les noms précédents en *néocomien inférieur* et *néocomien supérieur*, division qui est restée dans la science malgré les tentatives qui ont été faites pour la modifier. Nos titres de priorité, relativement à la découverte du terrain néocomien dans les Alpes, étant aussi peu connus qu'ils sont incontestables, nous espérons que l'on trouvera peu étonnant que nous profitions de cette occasion pour les rappeler.

de ces deux couleurs. Dans quelques cas, ils sont d'un gris foncé et rappellent par leur aspect les roches oxfordiennes. Il n'est pas rare de leur voir prendre une texture grenue, sublamellaire et presque cristalline; ils peuvent aussi offrir une structure oolithique bien prononcée. La variété de calcaire que l'on rencontre le plus communément est compacte ou sublamellaire, d'un gris clair légèrement jaunâtre, à cassure inégale ou légèrement conchoïde. Les bancs que forme cette roche ont plus d'épaisseur que les lits de marne qui les séparent; ils renferment quelquefois des silex. Quant à leurs fossiles, ils appartiennent surtout à la classe des Mollusques lamel-libranches et à celle des Echinodermes. On y trouve aussi des Céphalopodes et des Brachiopodes, mais dans une proportion moindre. La puissance de cet étage, dans la Provence et le Dauphiné, excède souvent un millier de mètres.

Le néocomien supérieur, auquel A. d'Orbigny a donné le nom d'*urgonien*, consiste principalement en bancs d'un calcaire blanc ou blond clair, compacte ou subcristallin, dont les caractères minéralogiques restent à peu près les mêmes dans toute l'étendue des Alpes. Sur certains points, sa consistance devient crayeuse, ainsi qu'on l'observe aux environs d'Orgon (Bouches-du-Rhône) et de Sarrau (Vaucluse). Son faciès le plus général est celui du *coral rag* de la chaîne du Jura. Comme lui, il peut passer à une dolomie cristalline et renfermer de nombreux polypiers. La puissance moyenne de cet étage paraît être de 150 à 200 mètres. Ordinairement il est divisé en deux et même trois assises distinctes par des

couches de marne ou de calcaire marneux gris bleuâtre, dont l'épaisseur varie depuis quelques décimètres jusqu'à 15 ou 20 mètres. Le calcaire urgonien est souvent pétri d'un grand nombre de coquilles à coupes sinueuses, que l'on sait depuis longtemps appartenir à la famille des Rudistes.

On rencontre sur divers points, dans le néocomien supérieur ou dans l'inférieur, des veines et des amas d'oxyde de fer, accompagnés quelquefois de sables quartzeux, qui pénètrent dans son intérieur en s'y ramifiant irrégulièrement. Nous parlerons plus tard de ces gites remarquables dont la formation est postérieure à celle du calcaire qui les renferme, et qui paraissent devoir être rapportés au terrain tertiaire sidérolithique.

Les deux étages du terrain néocomien existent dans le département de Vaucluse; ils y sont même très-développés. Nous les séparerons dans notre description.

1° Néocomien inférieur.

Constitution
géologique
du mont Ventoux.

Le néocomien inférieur constitue la masse principale des chaînes du Ventoux et du Léberon; il se montre aussi dans la plaine, où il forme des flots peu élevés, entourés de tous côtés par des matières de transport alluviennes ou quaternaires.

Nous avons étudié le mont Ventoux à la base de son revers septentrional, et sur sa pente sud-est, que l'on gravit lorsque l'on monte au sommet en venant de Sault. L'exploration du revers septentrional présente les plus

grandes difficultés, parce que de ce côté la montagne est à peu près coupée à pic. On ne peut que constater l'énorme puissance de la série des couches qui la composent, ainsi que les caractères minéralogiques de leur ensemble. Il faut se placer à Brantes pour embrasser facilement d'un seul coup d'œil l'ensemble du versant nord. On a alors devant soi une des coupes naturelles les plus magnifiques qu'il y ait dans les Alpes : c'est un escarpement immense, d'une hauteur de 4,500 mètres, égale à peu près à la somme des épaisseurs des couches. Comme celles-ci sont pour la plupart inaccessibles, on ne peut juger de leur nature minéralogique que par les débris qui s'en sont détachés. On en voit une collection complète en remontant le cours d'un torrent qui coule près des Granges de Brantes, et qui par ses ramifications embrasse la plus grande partie des flancs de la montagne. En examinant en détail les nombreux cailloux dont son lit est encombré, on les trouve formés exclusivement de calcaires qui présentent les caractères dont nous avons déjà parlé. Malgré des recherches longtemps prolongées, nous n'avons découvert dans ces débris aucune trace de fossiles.

En allant de Sault au sommet du Ventoux, on commence à rencontrer les calcaires néocomiens dès que l'on a traversé le vallon de la Nesque, rempli par des roches plus récentes. Ces calcaires, qui occupent la partie la plus élevée de l'étage, sont remarquables par la constance de leurs caractères extérieurs. Ils sont généralement blanchâtres, à cassure inégale ou esquilleuse, tantôt d'un aspect marneux, tantôt à texture subcristalline ; ils renferment des rognons bien arrondis, soit d'un véritable silex, soit d'un

calcaire plus compacte et plus siliceux que le reste de la masse. On remarque aussi que, par suite des fissures multipliées dont leurs bancs sont traversés, ils sont divisés en un très-grand nombre de fragments anguleux, irréguliers, ordinairement peu épais. Ces fragments jonchent la surface du sol, où ils forment une couche presque continue. La stratification du terrain est rarement visible. Lorsqu'on peut l'apercevoir, on reconnaît que sa direction est à peu près de l'est à l'ouest, parallèlement à la ligne de faite de la chaîne, et que son inclinaison est plus ou moins forte vers le sud. Lorsqu'on s'est élevé à une grande hauteur sur les flancs de la montagne, on observe que parmi les fragments épars à la surface il en est beaucoup qui sont légers, poreux, et dont la couleur est devenue rousse. Ce sont des calcaires auxquels les agents atmosphériques ont enlevé la plus grande partie de leur carbonate de chaux, et qui ont été réduits à l'état de squelette siliceux. On en trouve de pareils dans un grand nombre de lieux, principalement sur les hauteurs. Les couches calcaires qui constituent le point culminant du Ventoux ne diffèrent pas sensiblement de celles sur lesquelles on a marché en montant; elles en sont, en effet, le prolongement presque rigoureux. Quant aux fossiles, ils sont rares relativement à la vaste étendue de la formation. Nous avons recueilli près du sommet le *Belemnites subfusiformis*, un fragment de l'*Ammonites recticostatus*, un autre fragment mal caractérisé que nous avons rapporté à l'*A. consobrinus*. À un niveau plus bas près de la grange Tournillères, on rencontre assez fréquemment une huître qui paraît être l'*Ostrea Couloni*.

Comme elle est partout profondément engagée dans la pierre calcaire, elle est difficilement reconnaissable.

Si, comme nous l'avons dit, la chaîne du Ventoux est trop peu accessible en face de Brantes pour qu'il soit possible d'observer de près la succession des couches qui la composent, cette étude devient très-facile aux environs de Reilhanette, situé à 8 kilomètres plus à l'est. Il y a, en effet, près de ce village, un défilé très-étroit, à parois escarpées, qui coupe la chaîne du sommet à la base, perpendiculairement à sa direction, et qui par conséquent met sa constitution géologique parfaitement à découvert. On a profité de cette coupure pour y faire passer une belle route qui conduit de Montbrun à Aurel. Quoique la série néocomienne traversée par ce défilé ne soit pas, à beaucoup près, aussi puissante que celle du mont Ventoux, et que pour cette raison il y ait lieu de la considérer comme moins complète, elle n'en offre pas moins beaucoup d'intérêt.

Défilé
entre Montbrun
et Aurel.

Si l'on se place à l'entrée du défilé du côté de Montbrun, on remarque d'abord que toutes les couches ont une inclinaison très-nette, et, en-général, considérable vers le sud, c'est-à-dire du côté d'Aurel. En marchant ensuite dans cette direction, on observe la succession suivante :

1° Une série de strates très-serrés d'un calcaire compacte, gris de fumée, qui par ses caractères extérieurs rappelle le terrain jurassique. L'épaisseur de chaque banc n'excède pas 0^m.50 à 0^m.60; celle de leur ensemble peut être évaluée à 40 mètres.

2° Un autre groupe de strates calcaires également peu

épais, mais d'une nuance plus claire. Par leur couleur et leur cassure, ils ressemblent à ceux que l'on rencontre communément dans le néocomien inférieur. Leur puissance totale est au moins de 70 à 80 mètres.

3° Une puissante assise d'un calcaire blond, compacte, qui renferme beaucoup de silex, surtout à sa partie supérieure. Son épaisseur paraît comprise entre 120 et 130 mètres. Cette assise va couper la route à l'extrémité du défilé, où elle prend une forte inclinaison vers le sud; elle supporte à gauche des murailles en ruine, indiquées sur la carte de Cassini (1) sous le nom de château *Ribot*.

4° Une longue série de marnes schistoïdes alternant avec des calcaires d'un gris jaunâtre ou bleuâtre, à texture tantôt compacte, tantôt subcristalline. Ce système se divise en plusieurs groupes distincts qui, évidemment, s'enfoncent les uns sous les autres, et dont la puissance totale est au moins de 300 à 400 mètres. Pour les observer dans leur ensemble, il ne faut pas, à l'issue du défilé, continuer à suivre la route d'Aurel, qui entre dans le grès vert; il faut s'en écarter à droite ou à gauche, et gravir la pente des hauteurs environnantes. Lorsque l'on s'est élevé suffisamment, on voit très-bien que la grande série marneuse, qui a pour base l'assise calcaire du château *Ribot*, se prolonge à l'ouest en augmentant progressivement d'altitude, et qu'elle va former la partie supérieure du mont Ventoux. Sa continuité à l'est n'est pas moins évidente: elle constitue, entre la commune de Ferrassières et celle de Barret, le sommet d'une chaîne qui s'é

(1) Feuille n° 122.

tend de là très-loin dans le département des Basses-Alpes. Les caractères minéralogiques de ce système de couches ne présentent aucune différence essentielle avec ceux des calcaires du mont Ventoux décrits plus haut.

Il aurait été important de recueillir des fossiles dans les divers groupes dont nous venons d'indiquer la succession; malheureusement nous n'avons pu y parvenir. La rareté des restes organisés dans le néocomien inférieur de Vaucluse contraste avec l'énorme puissance et la vaste étendue de la formation.

En observant le pied occidental du mont Ventoux, aux environs de Malaucène, on le trouve formé d'une masse puissante d'un calcaire blond, presque blanc, pétri de silex, et sans stratification bien distincte. Ce calcaire ne représente pas, comme on serait tenté de le croire au premier abord, le néocomien supérieur, car en le suivant sur une très-grande longueur, nous n'avons pu y découvrir aucune trace des coquilles propres à cet étage. Or, dans le département de Vaucluse, comme presque partout, il est extrêmement rare de ne pas rencontrer des indices de ces coquilles quand on observe l'étage urgonien sur une étendue suffisante. Nous admettons comme beaucoup plus probable, que le calcaire dont il s'agit correspond rigoureusement à l'assise du château *Ribot* décrite précédemment entre Aurel et Montbrun; il en a tous les caractères. Sa position stratigraphique n'est pas très-claire, car il s'appuie contre le massif du Ventoux, dont les couches plongent d'une manière différente. Cette discordance nous a paru être le résultat d'une rupture occasionnée par le soulèvement de la montagne, dont une

Pied occidental
du Ventoux.

partie a été fortement relevée, et a pris une inclinaison en sens contraire de celle qui est restée à un niveau inférieur.

Ce calcaire forme un rocher haut de 150 à 200 mètres, au pied duquel sort la source du *Grozeau*. A partir de là on peut le suivre d'une manière continue jusqu'aux environs de Veaux. Il constitue le plateau du *Reissas*, qui, au nord-est de Malaucène, s'avance comme un cap au milieu des roches tertiaires. On y trouve des débris d'échinides d'une conservation trop imparfaite pour être déterminables spécifiquement.

Structure
géologique
du Léberon.

La chaîne du Léberon est interrompue, entre Bonnieux et Lourmarin, par une coupure étroite et profonde qui donne pour l'étude de sa constitution géologique intérieure les mêmes facilités que le défilé du château *Ribot* pour celle de la chaîne du Ventoux. Cependant les résultats auxquels nous sommes parvenu pour la première ne sont pas à beaucoup près aussi nets que pour la seconde. Cela tient à ce que la stratification est très-embrouillée à l'intérieur du Léberon. Lorsqu'en partant de Bonnieux on est descendu au fond de la gorge où s'engage la grande route d'Apt à Pertuis, on voit sortir de dessous une masse puissante de mollasse la formation néocomienne, composée de strates peu épais d'un calcaire gris bleuâtre ou jaunâtre, associés à des marnes de la même couleur. Les bancs sont fortement relevés et paraissent d'abord plonger vers le nord; leur allure change ensuite lorsque l'on continue à s'avancer: ils inclinent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et tendent quelquefois vers l'horizontalité. Leur direction seule reste con-

stante ou n'oscille qu'entre des limites peu étendues ; elle est sensiblement parallèle à celle de la chaîne. L'impression qui résulte de l'ensemble de ces irrégularités, est que le terrain a été refoulé sur lui-même à droite et à gauche ; ce qui lui a donné une structure arquée en grand, mais compliquée dans les détails par de petits plissements, des failles et des ruptures. Un peu avant d'arriver à l'issue de la gorge, du côté de Lourmarin, on voit que les strates néocomiennes prennent une inclinaison assez nettement caractérisée vers le sud, et qu'ils s'enfoncent sous un système de couches en partie arénacées, appartenant probablement au grès vert. Nous en parlerons plus tard.

La structure arquée en grand du Léberon s'aperçoit distinctement à son extrémité occidentale, lorsqu'on examine l'escarpement coupé à pic qui termine brusquement la chaîne au-dessus du village des Taillades. Les bancs les plus élevés sont, sur une certaine étendue, pliés en forme de voûte, en offrant plusieurs petites ondulations. Cette allure n'est pas toujours bien prononcée, car on observe qu'à Mérindol, sur le revers méridional de la chaîne, les couches, au lieu de plonger vers le sud, sont à peu près horizontales, ou même ont une légère inclinaison vers le nord.

Le néocomien inférieur du Léberon ne nous a offert nulle part des fossiles.

Parmi les îlots du terrain néocomien que l'on rencontre dans la plaine, plusieurs appartiennent à l'étage inférieur. Nous citerons particulièrement le monticule au pied duquel est bâti le village de Vedènes. Il est composé de marnes plus ou moins solides, blanchâtres ou bleuâ-

Îlots
néocomiens

tres, quelquefois colorées en rose par de l'oxyde de fer; on les exploite sur plusieurs points.

Tout près de Sorgues, à la jonction des routes qui mènent de ce bourg à Châteauneuf-Calcernier et à Bédarides, les marnes néocomiennes sont à découvert sur un espace de 200 à 250 mètres de longueur et une largeur d'une centaine de mètres. Elles ne forment pas de saillie au-dessus du sol environnant, en sorte que pour les exploiter on a été obligé d'y pratiquer des excavations qui atteignent sur quelques points 9 à 10 mètres de profondeur. Ces marnes ressemblent à celles de Vedènes, et fournissent par la cuisson une excellente chaux hydraulique. Leurs couches, distinctement stratifiées, sont dirigées à peu près du nord au sud, avec une inclinaison de 12 à 15 degrés vers le levant. De tous côtés elles s'enfoncent sous une couche de cailloux quaternaires.

Les rochers néocomiens de Mont-de-Vergues, de Caumont et de Thouzon, sont également marneux et donnent, comme à Sorgues, de la bonne chaux hydraulique.

2° Néocomien supérieur.

Mass
du Ventoux.

Le néocomien supérieur occupe une partie du grand plateau attenant au mont Ventoux; il en couvre aussi les pentes, principalement au sud et au sud-ouest. En allant de Sault à Saint-Jean-de-Durfort par la route départementale, on traverse d'abord une petite plaine occupée par la formation du grès vert. Lorsque l'on est parvenu

aux *Buans*, en face d'un château nouvellement construit, la route monte beaucoup, et l'on s'aperçoit qu'elle est taillée dans le sein d'un calcaire compacte, blanc, sub-cristallin, ayant les caractères habituels du néocomien supérieur. On arrive bientôt à Saint-Jean-de-Durfort sans cesser de marcher sur ce calcaire; et en l'examinant de près aux environs de ce village, on y observe un grand nombre de fossiles complètement noyés dans la pierre, qui, par leur aspect général et leurs coupes irrégulières, annoncent les coquilles caractéristiques de l'étage urgonien. Le terrain reste le même, quand on continue à s'avancer vers le sud, sauf qu'il s'y mêle des groupes de couches marneuses; il offre par intervalles les mêmes apparences de coquilles. Quand on a dépassé de 3 kilomètres environ un petit hameau nommé *Sarrau*, situé sur la gauche de la route, le calcaire perd beaucoup de sa dureté et se désagrège de lui-même. Parmi les fossiles mis en liberté, on distingue les suivants : *Caprotina ammonia*, *C. Lonsdalii*, *C. trilobata*; *Rhynchonella lata*; *Terebratula praelonga*. En se rapprochant un peu plus de Sarrau, on y trouve aussi le *Radiolites neocomiensis*. La *Caprotina ammonia* est particulièrement abondante; sur quelques points le sol en est couvert. Cette caprotine et les autres ont pour gangue un calcaire blanc, très-friable; elles ressemblent complètement aux espèces d'Orgon et se trouvent dans un état de conservation aussi parfait. Un peu au delà de cette localité si riche en fossiles, commence la descente qui conduit à Saint-Saturnin-d'Apt; il est facile de s'assurer que le même terrain continue jusqu'à ce village.

Le néocomien supérieur, dont nous venons de constater l'existence aux environs de Sarrau, se prolonge au loin vers le sud-est, et constitue, entre le Caulon et la Nesque, un pays accidenté, couvert de bois, où sont situés les villages de Murs, de Javon, de Saint-Lambert, et quelques autres. Un de ses points extrêmes est le rocher d'où sort la fontaine de Vaucluse. La même formation s'étend aussi au nord-est, où elle comprend la montagne de Lagarde et les environs de Simiane. Tout le versant méridional du plateau que domine le Ventoux appartient donc au néocomien supérieur, qui, plus au sud, s'enfonce sous un puissant dépôt de marnes aptiennes. Nous pouvons citer dans cette étendue plusieurs localités fossilifères. On trouve dans le rocher de Vaucluse la *Nerinea gigantea* et la *Trigonia longa*. Plus au nord, sur le territoire de Venasque, au sud-est du village, on a rencontré l'*Heteraster oblongus*. Enfin, la pointe calcaire qui s'avance presque jusqu'à la Tour de Sabran, près le Costellet, offre en abondance la *Rhynchonella lata* et la *Terebratula praelonga*.

M. d'Orbigny a indiqué comme se trouvant au mont Ventoux les *Caprotina ammonia*, *Lonsdalii* et *trilobata*. D'après les renseignements qui nous ont été donnés par M. Eugène Raspail, ces fossiles se montrent en effet sur le versant sud-ouest de la montagne, à peu près à mi-hauteur entre Bedoin et le point culminant.

Bassin d'Apt.

Nous avons dit que le néocomien supérieur de Sarrau descendait jusqu'au village de Saint-Saturnin-d'Apt, qu'il régnait à droite et à gauche sur tout le versant méridional du plateau, et qu'au sud il s'enfonçait sous les marnes

aptiennes du grès vert inférieur. Au delà du Caulon, le même terrain se relève en sens contraire et vient s'appuyer, en s'amincissant, contre la pente septentrionale de la chaîne du Léberon. Pour s'en assurer, il faut, au lieu de descendre dans le défilé qui conduit à Lourmarin, s'élever sur les hauteurs qui dominent son entrée à droite et à gauche; on observe alors, entre les roches tertiaires du bassin d'Apt et les marnes du néocomien inférieur, qui occupent la partie centrale du Léberon, une assise de calcaire blanc, massif, avec indices de caprotines, qui remonte plus ou moins haut sur le versant de la montagne. On peut la suivre constamment depuis les environs de Sivergues, au sud d'Apt, jusqu'au delà d'Oppède.

Il est très-vraisemblable qu'il y a continuité souterraine entre le calcaire urgonien du Léberon, qui plonge vers le nord, et celui de Saint-Saturnin, qui a son inclinaison vers le sud; ce qui ne permet guère d'en douter est l'existence d'un affleurement intermédiaire de ce même calcaire, qui occupe une étendue assez considérable au couchant de la ville d'Apt. Il a été mis à découvert, non point par un soulèvement, mais par une dénudation profonde du sol, qui a fait disparaître les couches, presque sans consistance, du grès vert environnant. L'espace où cet affleurement est visible est de forme à peu près elliptique; il a 7 kilomètres de longueur sur une largeur maximum d'environ 4,500 mètres. Les bancs qui le composent sont épais, horizontaux et coupés à pic sur les bords du Caulon, qui s'y est profondément encaissé; ils supportent, sur la rive gauche, une vieille mesure nommée *Roquefure*. Il n'est pas rare

d'y trouver des fossiles, et principalement des caprotines, savoir : *Caprotina ammonia*, *C. Lonsdalii*, *C. gryphoides* et *C. varians*. La *Caprotina Lonsdalii* paraît être la plus abondante.

Rochers isolés.

Quelques-uns des monticules isolés de la plaine appartiennent au néocomien supérieur. Tel est le roc calcaire que l'on observe dans l'enceinte même de la ville d'Avignon, et qui porte le nom de *Rocher des Dons*; il n'offre que des vestiges de fossiles indéterminables.

Le monticule de calcaire urgonien au pied duquel la ville de Cavillon a été bâtie est beaucoup plus considérable que le précédent, et s'élève à une centaine de mètres au-dessus de la plaine environnante; on y trouve le *Radiolites neocomiensis*.

Nous n'entrerons pas dans plus de détails sur ces îlots néocomiens, qui présentent peu d'intérêt à cause de leur faible étendue.

CHAPITRE III.

TERRAIN CRÉTACÉ.

Division en
quatre étages.

Les études que nous avons faites, non-seulement dans le département de Vaucluse, mais dans toute l'étendue des Alpes françaises, nous ont conduit à partager le terrain crétacé de cette chaîne en quatre étages, qui se succèdent de la manière suivante, en allant de bas en haut :

1° Une formation en grande partie marneuse, parfaitement caractérisée par ses fossiles et par sa position stratigraphique, que, faute d'un nom meilleur connu des géologues, nous appellerons *marnes à Ancyloceras* (1) parce que ce genre de Céphalopodes s'y trouve particulièrement développé.

2° Un groupe de couches en partie argileuses, en partie arénacées, quelquefois calcaires, étroitement liées entre elles sous le rapport du gisement. Il comprend les trois assises dites *aptienne*, *albiennne* et *cénomaniennne*, qu'Alcide d'Orbigny a considérées comme des étages distincts, et que nous réunissons pour en faire notre *grès vert inférieur*. Cette expression n'est pas nouvelle dans

(1) Ce nom a le double inconvénient d'être tiré des fossiles et de la nature de la roche. On pourrait lui substituer celui de *néocrétacé*, qui rappellerait seulement que le groupe a été introduit récemment dans le terrain de la craie.

la science, mais elle n'avait été employée que pour désigner une partie des couches de ce groupe.

3° Un système de roches, les unes calcaires, les autres arénacées, également divisible en plusieurs assises, et offrant le plus souvent les caractères paléontologiques que le savant dont nous venons de parler a assignés à son étage *turonien*. Antérieurement, le même étage avait été appelé *grès vert supérieur* dans la légende de la carte géologique de France. Nous avons adopté cette dénomination.

4° Un dernier système de couches que nous nommons *craie supérieure* parce qu'il termine la série crétacée. Nous verrons que si par sa position géologique ce groupe ne peut pas être confondu avec les précédents, il est mal défini sous le rapport des fossiles.

Nous allons décrire successivement chacun de ces étages, en ayant soin d'indiquer les raisons qui nous ont paru motiver leur distinction.

§ I. Marnes à *Ancyloceras*.

Caractères
paléontologiques.

La formation des marnes à *Ancyloceras* est, comme nous l'avons dit, caractérisée par une faune spéciale très-remarquable, dont la connaissance est due presque exclusivement aux travaux d'Alcide d'Orbigny. Les espèces qui la composent sont très-nombreuses. En ne considérant que celles de la classe des Céphalopodes, on peut citer les suivantes : *Belemnites conicus*, *B. minaret*, *B. Grassianus*, *B. binervius*, *B. Emerici*; *Ammonites Honora-*

tianus, *A. Dumasianus*, *A. compressissimus*, *A. Didayanus*, *A. Charrierianus*, *A. Feraudianus*, *A. lepidus*, *A. heliacus*, *A. galeatus*, *A. cultratus*, *A. angulicostatus*, *A. Rouyanus*, *A. intermedius*, *A. Vandeckii*; *Ancycloceras Emerici*, *A. gigas*, *A. Puzosianus*, *A. dilatatus*, *A. Asterianus*, *A. ornatus*, *A. pulcherrimus*, *A. Matheronianus*, *A. Duvalianus*, *A. simplex*, *A. Orbignyanus*, *A. cinctus*, *A. furcatus*; *Toxoceras Emericianus*, *T. Honoratianus*, *T. obliquatus*, *T. plicatilis*, *T. Moutonianus*, *T. Joubertianus*, *T. nodosus*, *T. Varusensis*; *Crioceras Puzosianus*, *C. cristatus*, *C. Alpinus*, *C. Villiersianus*; *Scaphites Yvanii*, *S. Alpinus*; *Ptychoceras Puzosianus*; *Heteroceras Emericianus*. Ces espèces et vingt autres (1) que l'on pourrait y ajouter sont réunies dans un même système de couches, et ne se trouvent que là, en sorte qu'elles constituent une faune aussi distincte que peuvent l'être celles du gault, des marnes aptiennes ou de tout autre groupe crétacé.

Il nous reste à indiquer la position stratigraphique des couches dont nous venons de faire connaître quelques-uns des fossiles les plus caractéristiques. Trois opinions très-différentes ont été émises à ce sujet.

Position
stratigraphique.

La plus ancienne est celle de M. Matheron. Ce savant géologue, dans son *Catalogue des Corps organisés fos-*

(1) Tous les Céphalopodes, et la plus grande partie des Gastéropodes, qu'Alcide d'Orbigny a rapportés dans son *Prodrome* au néocomien supérieur, appartiennent exclusivement à la formation des marnes à *Ancycloceras*. On doit y joindre un certain nombre de coquilles qu'il a placées par erreur dans le néocomien inférieur. Nous citerons particulièrement : *Belemnites conicus*, *B. bipartitus*, *B. Orbignyanus*, *B. bicanaliculatus*; *Ammonites cultratus*, *A. Jeannotii*, *A. semisulcatus*,

siles du département des Bouches-du-Rhône (1), est le premier qui ait dit nettement que les marnes à *Ancyloceras* formaient un groupe crétacé particulier. Il les a placées *au-dessus* du calcaire urgonien, nommé alors *calcaire à Chama*, et sous les marnes aptiennes; il a cru, en outre, à cause de la liaison qui existe entre ces marnes et les couches à *Ancyloceras*, que le tout ne formait qu'un seul étage; enfin, il a exprimé l'opinion que cet étage représentait le néocomien des environs de Neuchâtel et du bassin parisien. Quant au calcaire à *Chama*, il le regardait comme l'équivalent du portlandien. Pour motiver son opinion relativement à la position stratigraphique des marnes à *Ancyloceras*, M. Matheron s'est appuyé sur un fait positif qui n'a jamais été contesté: il a prouvé que depuis Cassis jusqu'à la Bedoule, sur une longueur de plus de 6 kilomètres, ces marnes avec leurs coquilles les plus habituelles reposaient sur le calcaire à *Chama*; que le tout était recouvert par des couches à fossiles aptiens.

M. d'Orbigny a reconnu comme M. Matheron, et d'une manière encore plus certaine parce qu'il avait à sa disposition des matériaux plus nombreux, que le groupe des marnes à *Ancyloceras* renfermait une faune spéciale;

A. Juilleti, *A. asperrimus*, *A. sinuosus*, *A. Roubaudianus*, *A. strangulatus*, *A. verrucosus*; le *Baculites neocomiensis*; les *Ancyloceras*, les *Toxoceras*, et la *Rhynchonella peregrina*. D'une part, ces coquilles se trouvent mêlées à celles de la faune à *Ancyloceras* et ne peuvent pas en être séparées sous le rapport du gisement; de l'autre, elles n'ont jamais été rencontrées dans le véritable terrain néocomien, celui qui constitue en grande partie la vallée de l'Isère, entre Grenoble et Voireppe, et s'étend de là dans tout le Jura.

(1) Marseille, 1842.

mais manquant de données, à ce qu'il paraît, pour déterminer sa position géologique, il a supposé qu'il était *parallèle* au calcaire urgonien; il en a fait le *faciès cotier* de ce calcaire (1). Il est à remarquer que d'Orbigny n'a appuyé son opinion sur aucune raison. Il aurait été, en effet, difficile d'en donner une de quelque valeur. Sous le rapport des fossiles, comme sous celui des caractères minéralogiques, il n'y a pas la moindre ressemblance entre le calcaire urgonien et le groupe à *Ancyloceras*. D'un autre côté, on ne connaît aucun fait stratigraphique qui puisse faire supposer que l'un est l'équivalent de l'autre sous un faciès différent.

Un peu plus tard, M. d'Archiac (2) a assigné encore une autre place aux marnes à *Ancyloceras*; il les a mises *au-dessous* du calcaire urgonien, ou, en d'autres termes, il les a rapportées au néocomien inférieur. Ce savant paléontologiste n'a basé sa classification sur aucune observation stratigraphique; mais, comme il existe plusieurs espèces fossiles communes aux marnes à *Ancyloceras* et au néocomien inférieur, il en a conclu que les deux formations devaient être réunies.

Après avoir étudié avec autant de soin qu'il nous a été possible la question dont nous venons d'exposer les diverses solutions, nous sommes parvenu aux résultats suivants :

Résultats
de nos études

Les marnes à *Ancyloceras*, ainsi qu'on l'a dit plus

(1) Voyez le *Prodrome de paléontologie stratigraphique*, 1830, et le *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique*, 1832, t. 2, p. 607.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, t. 4, p. 482 et suiv. 1831.

haut, et comme l'ont reconnu depuis longtemps MM. Matheron et d'Orbigny, renferment une faune spéciale. Si l'on compare cette faune d'un côté à celle de l'assise aptienne, de l'autre à celle du néocomien inférieur, on trouve qu'elle a avec la première des rapports bien plus grands qu'avec la seconde. Le nombre des espèces et même des genres communs avec la faune aptienne est plus considérable, et, en outre, il y a une similitude frappante de formes, indiquée par la prédominance des Céphalopodes. Il en résulte que, si l'on voulait s'appuyer uniquement sur les fossiles et faire abstraction de toute considération stratigraphique, il y aurait plus de raisons pour rapporter la formation à Ancyloceras au grès vert qu'au néocomien.

Le niveau géologique de cette formation ne saurait être douteux; conformément à l'opinion de M. Matheron, il se trouve entre le néocomien supérieur et les marnes d'Apt. Cette position stratigraphique n'est pas seulement prouvée par la coupe du terrain entre Cassis et la Bedoule (1), elle est aussi très-claire aux environs de Saulx,

(1) Nous renvoyons pour la coupe du terrain crétacé de la Bedoule à celle qui a été donnée en 1842 par M. Matheron dans le *Bulletin de la Société géologique*, tome 13, planche 7, figure 4. D'après MM. d'Orbigny et Matheron, les marnes à Ancyloceras, qui dans cette localité sont incontestablement comprises entre le calcaire urgonien et l'assise aptienne, renferment les fossiles suivants : *Nautilus neocomiensis*, *N. plicatus*; *Toxoceras Honoratianus*; *Ancyloceras Matheronianus*, *A. gigas*, *A. simplex*, *A. Duvalianus*, *A. brevis*, *A. Orbignianus*. Ces espèces sont précisément les plus caractéristiques de la formation. Le genre *Ancyloceras* manque *complètement* dans le véritable terrain néocomien des Alpes et du Jura.

dans le département de Vaucluse, où nous verrons que la formation à *Ancyloceras* s'étend transgressivement à la fois sur le néocomien inférieur et sur le calcaire urgonien. Nous ajouterons que partout cette formation est immédiatement recouverte par le grès vert ou par d'autres couches plus récentes, et qu'il n'existe pas *une seule observation* stratigraphique d'où l'on puisse conclure qu'elle soit au-dessous du calcaire urgonien (1). Le néocomien inférieur est, au contraire, rarement isolé de ce calcaire, auquel il sert de base.

Nous avons dit que, sous le rapport paléontologique, le terrain néocomien inférieur avait moins d'affinité avec les marnes aptiennes que le groupe à *Ancyloceras*. A un autre point de vue, il existe entre eux des différences encore plus importantes, que nous allons exposer.

Le terrain néocomien repose partout sur le calcaire jurassique en stratification concordante, et, d'un autre côté, il est complètement indépendant des marnes aptiennes. C'est tout le contraire pour la formation à *Ancyloceras*, qui dans toute l'étendue des Alpes est indépendante du terrain jurassique, et qui en général est étroitement liée au grès vert inférieur.

La concordance stratigraphique du terrain néocomien

(1) Dans le voisinage du mont Aiguille, situé à l'ouest de Clelles (Isère), la formation à *Ancyloceras* est recouverte par un calcaire à Rudistes que l'on a confondu à tort avec l'assise urgonienne. Ce calcaire est le prolongement direct de celui du Granier, que nous avons prouvé être supérieur aux marnes à *Belemnitella mucronata* de la vallée d'Entremont; au lieu d'être à la base de la série crétacée du département de l'Isère, il en forme la partie la plus élevée.

avec le calcaire jurassique s'observe aux environs de Mirabeau et dans toute la Provence (1). Elle est frappante par sa netteté dans la vallée de l'Isère, en face de Voreppe, et sur d'autres points. Elle existe également dans le Jura, où nous avons entrepris un voyage dans le but spécial de la vérifier. Quant à l'indépendance du même terrain relativement à l'assise aptienne, elle est évidente partout où les deux formations sont en contact, et surtout dans le département de Vaucluse, où nous verrons qu'on peut la constater sur de grandes étendues. Nous pouvons donner une idée exacte de cette indépendance dans les Alpes en disant qu'elle est du même ordre que celle des terrains secondaires relativement aux couches tertiaires.

La discordance de stratification entre le terrain jurassique et les marnes à *Ancyloceras* est également un fait certain et général. Nous en montrerons un bel exemple en décrivant les environs de Gigondas. On sait qu'elle est extrêmement prononcée aux environs d'Escragnoles et de Castellane, près de la ligne séparative des départements du Var et des Basses-Alpes (2). Elle se montre

(1) M. Matheron dans son ouvrage déjà cité (pages 30 et suivantes) a beaucoup insisté sur la concordance qui existe entre le terrain jurassique de la Provence et le néocomien inférieur qu'il supposait alors être l'équivalent des marnes kimméridgiennes. Cette concordance est en effet très-réelle et s'observe dans toute l'étendue des Alpes françaises. Les deux terrains sont aussi bien liés entre eux que deux groupes quelconques qui se suivent dans la série jurassique.

(2) Voyez l'excellent ouvrage de M. Duval-Jouve ayant pour titre: *Belemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane, etc*, avec la description de ces terrains. Paris, 1841.

également dans les départements de la Drôme et des Hautes-Alpes (1), où la formation à *Ancyloceras* a rempli de petits bassins, bornés de tous côtés par des crêtes jurassiques. Cette même formation, si nettement séparée des couches jurassiques, avec lesquelles elle est presque partout en contact immédiat, s'enfonce au contraire sous le grès vert inférieur, sans solution de continuité bien apparente, au moins dans la plupart des localités. Nous n'en citerons qu'une, où cette liaison est vraiment remarquable. Dans la partie inférieure du ravin de Saint-Martin, près d'Escragnoles, les fossiles de l'aptien et du gault réunis se trouvent dans un *même banc* avec ceux des marnes à *Ancyloceras*, sans que pour cela ils soient confondus : les premiers occupent sur une très-faible épaisseur la partie supérieure du banc, les autres sont au-dessous. Un changement très-distinct dans la couleur et la texture de la pierre forme la ligne séparative.

De l'ensemble de ces faits, que nous ne pourrions exposer ici avec plus de détails sans nous écarter beaucoup de notre sujet, nous avons tiré cette conséquence, que les changements brusques du niveau des mers et les soulèvements de montagnes, qui ont séparé l'*époque jurassique* de l'*époque crétacée*, n'ont pas eu lieu entre les couches à fossiles jurassiques et celles à fossiles néocomiens, mais

(1) Les principales localités de ces départements où l'on observe la formation à *Ancyloceras* avec de nombreux fossiles sont : *Saint-Julien-en-Beauchêne*, *Chatillon*, *Establet*, *La Charce*, *Rottier*, *Rozans*, *Montclus*, *Châteauneuf-de-Chabres*. On doit y joindre la montagne de *la Lance*, au nord-ouest de Nyons.

entre ces dernières et la formation des marnes à *Ancyloceras*. Pour cette raison, nous considérons ces marnes comme formant seules la base du terrain crétacé. Quant aux couches à fossiles néocomiens, nous les rapportons à une époque géologique antérieure. Nous croyons que la faune néocomienne a été contemporaine de la grande faune dite jurassique; qu'à raison des conditions physiques spéciales imposées à l'existence de l'une et de l'autre, elles n'ont pas habité les mêmes lieux, et que chacune a eu ses émigrations séparées, lorsque, par l'effet des oscillations lentes du sol ou par toute autre cause, le milieu où elle vivait s'est trouvé modifié. En adoptant cette manière de voir, on explique facilement les alternances entre les coquilles de l'une et de l'autre faune qui ont lieu sur quelques points des Alpes (1), et qui nous ont paru exister aussi dans la chaîne du Jura.

Il nous reste à ajouter que, le terrain appelé *néocomien* dans le bassin de Paris et de Londres étant intimement

(1) M. Favre a signalé à la base de la montagne du Mole, en Savoie, la superposition des fossiles de l'étage oxfordien sur ceux du néocomien inférieur. (*Archives des sciences physiques*, etc., de Genève, t. 36, p. 334.) On voit dans la vallée de l'Isère, entre Grenoble et Voreppe, au rocher d'Aisy, des couches à fossiles calloviens intercalés dans le sein d'une puissante formation néocomienne. Pour expliquer cette exception paléontologique, comme beaucoup d'autres, on a eu recours à la supposition banale d'une faille. Un examen récent des lieux nous a fourni des preuves directes que la prétendue faille était inadmissible.

D'après un grand nombre de faits, nous pensons que le terrain néocomien doit être défini : *un groupe à fossiles crétacés appartenant à l'époque jurassique*. Sa position stratigraphique la plus fréquente est, dans le Jura, au dessus du calcaire portlandien, et dans les Alpes, au-dessus de l'oxfordien.

lié, aussi bien par la stratigraphie que par les fossiles, à l'assise aptienne représentée par les argiles à plicatules, et paraissant au contraire tout à fait indépendant des roches jurassiques, il est naturel de le considérer comme parallèle à la formation à *Ancyloceras* des Alpes. Le nom de néocomien appliqué à ce terrain est donc un *contre-sens*, attendu qu'aux environs de *Neuchâtel* il n'existe aucun dépôt auquel on puisse l'assimiler.

Les localités du département de *Vaucluse* où l'on observe les marnes à *Ancyloceras* sont les environs de *Gigondas* et du *Barroux*; ceux de *Brantes*, sur les frontières de la *Drôme*; enfin, le canton de *Sault*. Avant de les décrire, nous croyons devoir donner une idée générale de la nature minéralogique des couches qui les composent et de la manière dont elles sont groupées.

Localités ;
caractères
géologiques.

Lorsque la formation à *Ancyloceras* est bien développée, elle présente ordinairement deux assises, qui nous ont paru distinctes, quoiqu'elles soient étroitement liées entre elles par des passages minéralogiques.

Les roches de l'assise inférieure consistent principalement en calcaires marneux d'un jaune ocreux à l'extérieur, avec une cassure conchoïde d'un gris bleuâtre. Leurs bancs, épais seulement de 2 à 3 décimètres, alternent un grand nombre de fois avec des marnes argileuses d'une couleur grise plus foncée. La différence de teinte de ces deux espèces de roches et leur alternance répétée en couches à peu près d'égale épaisseur donnent à ce terrain un aspect rubané extrêmement remarquable. On observe quelquefois à sa base des bancs subordonnés d'un poudingue calcaire dont les noyaux, tous

bien arrondis, ont jusqu'à 15 ou 20 centimètres de diamètre. Dans plusieurs localités les marnes argileuses acquièrent dans la partie moyenne de l'assise un développement considérable; ce qui les fait ressembler aux marnes oxfordiennes. On y trouve ordinairement beaucoup de fossiles, particulièrement les *Belemnites* plates, dont le *B. dilatatus* est le type, ainsi que de petites *Ammonites* ferrugineuses se rapportant aux espèces *semisulcatus*, *neocomiensis*, *asperrimus*, *verrucosus*, *strangulatus*, *Grasianus*, etc. Les calcaires associés aux argiles renferment des *Crioceras*, des *Ancyloceras* et des *Scaphites*, mais moins abondamment que les couches situées à un niveau géologique plus élevé. La puissance totale de ce système marneux varie depuis 50 jusqu'à 200 ou 250 mètres.

L'assise supérieure est formée de bancs épais et serrés d'un calcaire blond ou blanchâtre, solide, dont la texture est compacte ou sublamellaire, et qui presque toujours est rempli de silex. Parmi les fossiles qu'on y trouve nous citerons particulièrement le *Belemnites minaret*; les *Ammonites cassida*, *ligatus*, *Castellanensis*, *Rouyanus*, *Dumasianus*, *Didayanus*, *Charrierianus*; enfin, la plupart des *Ancyloceras* et des *Toxoceras* qui caractérisent la formation. Nous plaçons aussi à ce niveau géologique la *Rhynchonella peregrina*, fossile peu commun, qui jusqu'à présent n'a été rencontré que dans les départements de la Drôme et de Vaucluse. Sous le rapport de la puissance, cette assise nous a paru être en général inférieure à la précédente.

Si, en ayant égard seulement aux caractères minéra-

logiques, on compare dans leur ensemble la formation des marnes à *Ancyloceras* à celle du néocomien inférieur, on observe que la première offre plus souvent que la seconde la structure rubanée, que les marnes argileuses y ont un plus grand développement et les calcaires un aspect plus marneux; enfin, que les silex y sont beaucoup plus fréquents.

Nous avons dit, en décrivant le terrain jurassique des environs de Gigondas, que la partie supérieure de ce terrain formait deux petits vallons courant dans la direction du sud-ouest au nord-est, que dans le plus septentrional des deux se trouvait la localité nommée *le Queyron*, et que l'autre renfermait le col d'*Assault*. Les marnes à *Ancyloceras* ont rempli en partie ces vallons et y ont formé des dépôts isolés dont le plus considérable est celui du *Queyron*. Pour y arriver il faut prendre le chemin à mulets qui conduit de Gigondas à Châteauneuf-du-Redortier. Dès que l'on a franchi un col ouvert dans la première crête jurassique, on entre dans le vallon, où l'on trouve la formation crétacée composée de strates minces d'un calcaire jaune ocreux, en partie bleuâtre, alternant avec des marnes argileuses grises; elle présente la structure rubanée dont nous avons déjà parlé. Les couches sont fortement relevées parallèlement à la direction nord-est; elles sont verticales, ou bien elles plongent fortement tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Leur désordre est tel que leur allure change presque à chaque pas; cependant, examinées dans leur ensemble, elles nous ont paru avoir une inclinaison générale vers le nord-ouest. Comme le calcaire jurassique qui les ren-

Environs
de Gigondas.

ferme fait le berceau, il en résulte que leurs relations stratigraphiques avec ce calcaire sont complètement discordantes (1). Lorsqu'on est parvenu au quartier du Queyron, situé sur le versant nord-est du vallon, on voit les marnes argileuses augmenter en puissance et devenir très-coquillières. En quelques instants nous y avons recueilli le *Belemnites binervius*; les *Ammonites Asterianus*, *Grasianus*, *semisulcatus*, *strangulatus*, *Tethys*; le *Baculites neocomiensis*. C'est dans cette localité que M. Eugène Raspail a fait la découverte d'un saurien fossile d'un genre inconnu jusqu'alors, qu'il a décrit sous le nom de *Neustosaurus Gigondarum* (2). En continuant à marcher du côté de l'est, à partir du Queyron, on arrive au quartier du *Choulet*, commune de Lafare, où la formation à *Ancyloceras* acquiert une grande épaisseur. Sa partie inférieure renferme ici des bancs de poudingue calcaire que l'on observe aussi sur d'autres points des Alpes. On y trouve les *Belemnites conicus*, *latus*, *minaret*, *dilatatus*, et la *Terebratula diphyoides*. Les couches les plus élevées en se rapprochant de Châteauneuf offrent en abondance la *Rhynchonella peregrina*.

Le vallon situé au sud de celui du Queyron est partagé

(1) Voyez la coupe n° 12.

(2) Voyez la notice ayant pour titre : *Observations sur le NEUSTOSAURUS GIGONDARUM, avec quelques notes géologiques sur les montagnes de Gigondas*. Paris et Avignon, 1842. Dans cet opuscule, remarquable pour l'époque où il a paru, M. Eugène Raspail a donné sur la constitution géologique des montagnes de Gigondas et sur leurs fossiles des renseignements précieux, dont nous avons profité. L'auteur a bien voulu y ajouter verbalement d'autres détails qui nous ont été également utiles; nous saisissons cette occasion de l'en remercier.

comme lui en deux versants, qui regardent l'un à l'ouest, l'autre à l'est. On passe de l'un à l'autre par le col d'Assault. Lorsqu'on est monté à ce col en venant de Gigondas, et que l'on commence à descendre du côté opposé, on observe un second dépôt isolé de marnes à Ancyloceras, bien moins étendu que le précédent et peu riche en fossiles. Ses couches sont fortement relevées, très-tourmentées, et nous ont paru avoir la même allure générale qu'au Queyron; on voit parfaitement qu'elles ont rempli une dépression du terrain jurassique. Celui-ci était donc déjà accidenté à l'époque de leur dépôt; mais, depuis, le sol a été tellement bouleversé par de nouvelles dislocations, qu'il est fort difficile de se représenter son premier état.

On retrouve la formation à Ancyloceras sur le versant septentrional des montagnes de Gigondas, aux quartiers de la *Feuille* et du *Pourrat*; de là elle se prolonge au nord jusqu'à Vaison, en s'enfonçant cependant dans divers lieux sous un dépôt crétacé plus récent, que nous dirons plus tard appartenir au grès vert inférieur. Sa composition dans tout cet espace est à peu près la même que dans les vallons ci-dessus décrits, sauf que les bancs calcaires solides, compactes ou sublamellaires, qui constituent l'assise supérieure, acquièrent ici une puissance et une extension considérables. Ces bancs, que séparent de faibles lits argileux, occupent une partie des territoires de Sablet, de Séguret et de Vaison, où ils sont exploités soit comme pierre de construction, soit pour la fabrication d'une chaux hydraulique de qualité estimée. On trouve aux quartiers de la *Feuille* et du *Pourrat*, com-

mune de Gigondas, ou aux environs, les *Belemnites latus, minaret, dilatatus, pistilliformis*; des *Hamites*; des *Crioceras*; des *Ancyloceras*, notamment les *Ancyloceras dilatatus, Matheronianus, Puzosianus, pulcherrimus*; les *Crioceras Duvalii* et *Villiersianus*; enfin, le *Nautilus neocomiensis*, le *Toxaster complanatus*, et beaucoup d'autres fossiles.

Chaîne à l'ouest
du Barroux.

Il existe entre le torrent des Salettes, qui descend de Lafare, et le village du Barroux, une petite chaîne courant presque exactement de l'ouest à l'est, dont la composition est remarquable. Sa moitié septentrionale, sur la pente de laquelle est bâti la Roque-Alric, est formée de couchés jurassiques qui ont une inclinaison très-nette vers le nord; l'autre moitié est composée de marnes à *Ancyloceras* qui plongent vers le sud. Leur ligne séparative est très-distincte; elle paraît sinueuse et irrégulière aussi bien dans le sens vertical qu'en projection horizontale. Il y a donc entre les deux terrains une discordance de stratification très-prononcée, comparable à celle que l'on observe le plus souvent entre les roches secondaires et les tertiaires (1). La formation à *Ancyloceras* de cette chaîne présente l'aspect et la composition qui lui sont ordinaires. Les couches les plus basses sont principalement argileuses et marno-calcaires; elles constituent un petit vallon central, cultivé, que l'on suit presque constamment en allant du Barroux à la Roque-Alric. Au-dessus il y a des bancs de calcaire blond, compacte, avec silex, qui se prolongent, en s'abaissant,

(1) Voyez la coupe n° 14.

jusque sous le Barroux ; ils forment, au sud-ouest de ce village, un petit mamelon isolé, complètement nu, où l'on a bâti un calvaire. La route par laquelle on descend pour aller à Carpentras a été taillée en partie dans leur sein. Ce système de couches offre à son extrémité occidentale, au lieu dit Fonsante, en face d'Urban, l'*Ancyloceras Puzosianus*, et, non loin de là, les *Belemnites dilatatus*, *binervius* et *pistilliformis* ; on trouve la *Rhynchonella peregrina* à Piedpouché, commune du Barroux ; enfin les *Ammonites Grasianus*, *neocomiensis* et *semisulcatus* paraissent être abondantes aux environs du village de Saint-Hippolyte.

L'étage crétacé à *Ancyloceras* forme, depuis Reilhannette jusqu'aux environs de Mollans, une petite chaîne dont les couches, à peu près parallèles à celles du mont Ventoux, sont inclinées de la même manière, en sorte qu'elles paraissent s'enfoncer sous cette montagne, quoiqu'en réalité cela n'ait pas lieu. De pareilles apparences ne sont pas rares dans les Alpes, et nous en citerons encore des exemples sans sortir du département de Vaucluse. Les couches à *Ancyloceras* dont nous parlons sont surtout intéressantes à étudier à Brantes, parce qu'on y trouve beaucoup de fossiles et qu'on peut observer leur contact avec le terrain jurassique. Celui-ci constitue au nord du village, à une très-petite distance, une montagne d'une hauteur médiocre, qui paraît composée de marnes et de schistes argileux gris d'ardoise, couronnés par un calcaire compacte également de couleur foncée. Contre ce système de roches, dont les bancs paraissent peu inclinés à l'horizon, s'appuie une série de couches entière-

Environs
de Brantes.

ment différentes par leurs caractères minéralogiques et paléontologiques. Ce sont d'abord des marnes feuilletées d'un gris bleu clair, alternant avec des strates peu épais d'un calcaire jaune à la surface, bleu à l'intérieur, fragile, qui, en se délitant, se divise de lui-même en un grand nombre de fragments irréguliers. Ce groupe de roches, d'un aspect rubané et d'une faible consistance à cause de la fréquence des bancs argileux, peut avoir une épaisseur de 100 à 150 mètres; il s'enfonce évidemment sous des calcaires blonds, compactes, remplis de silex, entre lesquels il n'y a que des lits très-minces de marne schisteuse. Ces calcaires, qui constituent un groupe beaucoup plus solide que le précédent, et dont la puissance est au moins d'une centaine de mètres, supportent le village de Brantes et le château en ruine qui le domine. Leur inclinaison est de 60° à 70° vers le sud, en sorte qu'on les voit descendre du sommet de la montagne jusqu'au fond de la vallée du Toulourenc, où ils disparaissent sous des roches marno-arénacées appartenant au grès vert inférieur (1).

Considéré dans son ensemble, ce système de couches présente partout une forte inclinaison vers le sud, et s'appuie contre les marnes jurassiques en stratification complètement discordante. On y trouve, principalement dans la partie inférieure, les fossiles suivants : *Belemnites minaret*; *Ammonites Jeannotii*, *A. incertus*, *A. Rouyanus*, *A. Grasianus*, *A. Asterianus*, *A. cryptoceris*, *A. Tethys*, *A. ligatus*, *A. Castellanensis*, *A. Charrierianus*; *Crioc-*

(1) Voir la coupe n° 11.

ras Duvalii, *C. Emerici*; *Ptychoceras Emericianus*; *Terebratula Moutoniana*, *T. diphyoides*. On y a recueilli aussi des *Ancyloceras* d'espèces qui n'ont pas été déterminées. Ce terrain constitue, comme nous l'avons dit, une chaîne qui règne d'une manière continue depuis Reilhannette jusqu'à Mollans; mais il se montre aussi au delà de ces deux points : d'un côté à Barret-de-Lioure et près des Omergues; de l'autre, à Mérindol, aux environs de Nyons, et plus loin encore, jusqu'à la montagne de la Lance (Drôme). On y trouve, près de Barret, l'*Ammonites Didayanus*, l'une des espèces les plus caractéristiques de la formation.

Le canton de Sault est certainement un des plus remarquables du département sous le rapport géologique. Les terrains y sont nombreux, et parmi eux la formation à *Ancyloceras* présente beaucoup d'intérêt, soit à cause de ses relations stratigraphiques avec les calcaires néocomiens du Ventoux, sur lesquels elle repose évidemment, soit par la variété de ses fossiles, surtout de ceux qui appartiennent à la classe des polypiers. Cette formation constitue un plateau très-étendu, presque horizontal, sur le bord occidental duquel Sault a été bâti. Un ravin nommé dans le pays *la Croc*, qui touche à la ville du côté du sud, a profondément entamé le sol et permet d'étudier facilement les couches qui le composent. Au premier coup d'œil on reconnaît qu'elles se divisent naturellement en deux groupes qui offrent les caractères les plus essentiels des deux assises de la formation à *Ancyloceras*, quoique avec un faciès un peu différent de celui qui leur est le plus habituel.

Canton
de Sault.

Le groupe inférieur est composé principalement de calcaires blonds ou gris bleuâtres, à cassure ordinairement terne et marneuse, quelquefois sublamellaire; ils alternent avec des lits minces d'une argile ocreuse qui communique sa couleur à l'assise entière. On remarque que celle-ci est traversée sur toute sa hauteur par des fissures multipliées, qui se croisent dans divers sens, ce qui rend sa stratification peu distincte. Son épaisseur apparente est de 30 à 35 mètres, mais elle est en réalité plus considérable, parce que le ravin n'a pas mis à découvert sa partie la plus basse. Elle est peu coquillière; on y trouve cependant *l'Ammonites recticostatus*, et, sur d'autres points que le ravin de la Croc, la *Corbis corrugata* et la *Janira atava*.

Le groupe supérieur a pour base un banc épais d'un calcaire massif, à texture en général grenue, qui par son aspect se rapproche du calcaire urgonien; il est pétri de silex. A raison de sa dureté, ce calcaire forme à droite et à gauche du ravin de la Croc un escarpement dont la hauteur est de 10 à 12 mètres; sur la droite du ravin, il supporte à son extrémité occidentale la ville même de Sault. En le suivant de là vers l'est, où sa tranche est coupée à pic, on voit que le temps y a creusé des cavités irrégulières et que sur plusieurs points il est taillé en encorbellement. Cette partie de la commune porte le nom de quartier des Beaumes. A ce calcaire il en succède d'autres beaucoup moins épais et séparés entre eux par des lits d'argile ocreuse; ils offrent les mêmes caractères minéralogiques que le banc inférieur, et paraissent lui être intimement liés. La puissance totale de cette assise su-

périeure est de 25 à 30 mètres. On y rencontre beaucoup de fossiles, dont les plus fréquents sont le *Nautilus plicatus*, l'*Ammonites recticostatus*, l'*Ostrea aquila*, l'*O. macroptera*, la *Rhynchonella depressa*, enfin des *Polypiers* très-variés. Nous donnerons bientôt la liste de toutes les espèces que nous avons pu déterminer.

En examinant l'allure des couches dans le sein desquelles a été creusé le ravin de la Croc, on reconnaît que dans leur ensemble elles ont une inclinaison légère, mais cependant sensible, de l'est à l'ouest. A Sault, elles sont interrompues brusquement et coupées à pic; de là, en les prolongeant par la pensée, on voit qu'elles vont se raccorder avec celles d'un petit plateau situé en face, entre Verdoliers et la Nesque. Ce plateau, appelé *col des Fourches*, offre un terrain exactement semblable à celui de Sault et n'en est qu'un lambeau détaché. Une rupture violente du sol, suivie d'une dénudation, a créé entre deux un bassin profond et étroit, que plus tard des roches tertiaires sont venues remplir, et qui est aujourd'hui le berceau de la Nesque.

Pour que l'on puisse mieux juger des caractères paléontologiques du terrain des environs de Sault, nous ferons trois divisions de ses restes organisés. La première comprendra les fossiles communs au terrain néocomien et à la formation à *Ancyloceras*; la seconde, les espèces exclusivement propres à cette formation; la troisième, celles qui, manquant complètement dans le néocomien, se montrent à la fois dans les marnes à *Ancyloceras* et dans des étages crétacés plus récents. Voici la liste des fossiles de ces trois catégories :

1° *Belemnites pistilliformis*, *B. latus* ; *Nautilus pseudo-elegans* ; *Ammonites recticostatus*, *A. subfimbriatus* ; *Corbis corrugata* ; *Janira atava* ; *Pecten Martinianus*, *P. Matheronianus* ; *Ostrea Couloni*, *O. macroptera* ; *Rhynchonella depressa* ; *Terebratula pseudo-jurensis* ; — *Heteraster oblongus*, *Botriopygus abovatus* (1).

2° *Belemnites minaret* ; *Nautilus neocomiensis* ; *Ammonites Rouyanus*, *A. difficilis* ; *Ancyloceras Matheronianus*, *A. gigas*, *A. simplex* ; *Scaphites Ivanii* ; *Heteroceras Emericianus* ; *Pinna sulcifera* ; *Rhynchonella peregrina* ; — *Phyllocœnia Cottaldina* ; *Astrocœnia Cotteau* ; *Holocœnia collinaria* ; *Isastrea neocomiensis* ; *Dimorphastrea alternata* ; *Latimœandra circularis*, *L. Celina*.

3° *Nautilus plicatus* ; *Ammonites Matheroni* ; *Venus Galloprovincialis* ; *Pecten Puzosianus*, *P. Aptiensis* ; *Ostrea aquila* ; *Rhynchonella sulcata* ; *Terebratula sella* ; *Terebratella pectita* ; — *Echinospatagus subcylindricus* ; — *Phyllocœnia cribaria* ; *Astrocœnia reticulata* ; *Synastrea lamellistriata* ; — *Orbitolina concava*.

Les fossiles dont nous venons de présenter le tableau appartiennent bien tous à un même système de couches, savoir à l'assise supérieure de l'étage à *Ancyloceras*. On commence à rencontrer les Polypiers dans le banc calcaire des Beaumes, qui sert de base à cette assise. Ils deviennent ensuite plus abondants à mesure que l'on s'élève ; sur quelques points, la surface du sol en est cou-

(1) Parmi les fossiles de cette catégorie il y a quelques espèces que l'on rencontre aussi au-dessus des marnes à *Ancyloceras*.

verte. Il n'est pas rare que le rocher auquel ils adhèrent renferme en même temps des coquilles, telles que l'*Ostrea aquila*, l'*O. macroptera*, la *Rhynchonella depressa*, la *Terebratella pectita*, et l'*Ammonites reticostatus*. Ces Polypiers sont par groupes composés de nombreux individus passés à l'état siliceux. On les aperçoit dans les fissures, les petites cavités, ou à la surface de la pierre calcaire. Parmi les espèces citées plus haut il y en a sept qui ont été trouvées dans la formation crétacée inférieure du département de l'Yonne, nommée faussement néocomienne. Leur découverte à Sault confirme le parallélisme que nous avons établi entre cette formation et l'étage à *Ancyloceras* des Alpes. *Trois* autres espèces, que nous avons dû ranger dans la dernière catégorie des fossiles de Sault, sont connues pour appartenir au grès vert supérieur (étage turonien) d'Uchaux (1). Leur présence à un niveau géologique aussi élevé est une nouvelle preuve que la faune des marnes à *Ancyloceras*, prise dans son ensemble, se rapproche beaucoup plus des fossiles créta-cés placés au-dessus du calcaire urgonien que de ceux qui sont au-dessous.

Les localités les plus riches en restes organisés, et sur-

(1) MM. Milne Edwards et Michelin, après avoir comparé avec beaucoup d'attention les échantillons que nous avons rapportés d'Uchaux et de Sault, n'y ont vu aucune différence. La détermination des sept espèces communes au canton de Sault et au département de l'Yonne a été faite par M. de Fromentel; celle des trois espèces de Sault que l'on rencontre également à Uchaux est due à M. Michelin. Indépendamment de ces espèces, les environs de Sault en présentent un grand nombre d'autres, qui paraissent pour la plupart nouvelles; elles seront décrites par M. de Fromentel dans la *Paléontologie française*.

tout en Polypiers, sont, dans le voisinage de Sault : le quartier des Beaumes et celui de Pellozis, à l'est de la ville, sur la rive droite de la Croc; ceux de Drumel, de Gigery et de Jean-Blanc, situés en face, sur la rive gauche du même ravin; enfin le col des Fourches, non loin de Verdoliers. Le *Scaphites Ivanii* se trouve à Peyrefieu, à 4 kilomètres nord-est de Sault, sur la route de Ferrassières. Les *Ancyloceras* sont répandues sur divers points du plateau, dans un rayon de quelques kilomètres.

Il nous reste à indiquer quelles sont les relations stratigraphiques de la formation que nous venons de décrire avec le terrain néocomien environnant.

Le système de couches sur le bord duquel est bâtie la ville de Sault peut être suivi sans interruption jusqu'à Aurel; il forme, sur la droite de la route de grande communication, un escarpement continu de 40 à 50 mètres de hauteur. A Aurel, on voit qu'il a pour base des bancs de calcaire compacte, fortement inclinés vers le sud, dont le prolongement à l'ouest constitue évidemment le versant méridional du mont Ventoux. Du côté de l'est, ces mêmes bancs vont passer un peu au-dessus de Ferrassières, et il n'est pas moins clair qu'en se relevant ils forment le revers sud de la chaîne située entre ce dernier village et Barret. Ces calcaires, que nous avons déjà décrits, appartiennent aux assises les plus élevées du néocomien inférieur. Leur ligne séparative d'avec la formation à *Ancyloceras* n'est pas en général très-nette, à cause de la ressemblance des caractères minéralogiques; elle est plutôt indiquée topographiquement par une brisure assez sensible du sol à la jonction de la montagne

et du plateau. Celui-ci s'étend du nord au sud jusqu'aux environs de Sault, en présentant une pente régulière, presque uniforme, moyennement égale à 2 ou 3 centimètres par mètre. Sa surface est légèrement accidentée, et composée principalement de calcaires marneux, où les silex sont quelquefois répandus avec profusion. On y trouve entre Ferrassières et Saint-Trinit, et aux environs de ce dernier village, plusieurs des fossiles que nous avons signalés autour de Sault, particulièrement : *Nautilus plicatus*, *N. pseudo-elegans*; *Ammonites recticostatus*, *A. Rouyanus*, *A. Emerici*, *A. subfimbriatus*, *A. difficilis*; *Ancyloceras Renauxianus*, *A. Matheronianus*; des *Toxoceras*; enfin des *Echinospatagus subcylindricus*, convertis en silex.

Au sud-est de Saint-Trinit, à 2 ou 3 kilomètres de distance, il y a, au-dessus des calcaires marneux, des dépôts d'un sable argileux, légèrement verdâtre, associé à des strates minces de calcaires à cassure terreuse d'un jaune tirant également sur le vert. On y trouve le *Belemnites semicanaliculatus*, l'*Ostrea aquila* et d'autres fossiles propres à la base du grès vert inférieur. La superposition de ces argiles sableuses sur les calcaires à *Ancyloceras* du plateau de Sault achève de mettre en évidence la position géologique de ces derniers. Ils sont compris, comme à Cassis et à la Bedoule, entre le terrain néocomien et l'assise aptienne.

La formation à *Ancyloceras* des environs de Verdoliers, que nous avons dit être bien caractérisée par ses Polypiers et ses autres fossiles, s'étend de là vers le nord jusqu'à Ventouret. Elle n'est séparée, à l'ouest, des cal-

caires néocomiens du Ventoux, que par un ravin peu profond, et là encore on peut s'assurer d'une manière positive que ces calcaires lui servent de base. Un peu au nord de Verdoliers, la formation passe même de l'autre côté du ravin et remonte assez haut en s'appuyant contre le massif du Ventoux.

Les couches à *Ancyloceras* qui descendent de Ferrassières vers le sud, avec une pente légère, régulière, égale, comme nous l'avons dit, à 2 ou 3 centimètres par mètre, se relèvent brusquement en sens contraire au delà du ravin de la Croc; elles vont former une montagne assez élevée qui est évidemment le prolongement géologique du plateau de Sault, et qui est coupée à pic comme lui du côté de l'ouest. La vieille tour de Saint-Jean-de-Durfort se trouve sur le bord occidental de cette montagne. Un peu plus loin, le sol devient presque horizontal et forme le plateau de Blacherousse, qui domine Saint-Jean. Si du sommet de ce plateau on descend au village, on observe sur la pente de l'escarpement une coupe entièrement semblable à celle du ravin de la Croc. Le banc le plus élevé est un calcaire grenu ou compacte, creusé en forme de voûte comme celui des Beaumes. Au-dessous, il y a une série de strates calcaires, en général de couleur blonde, alternant avec des lits argileux un peu ocreux. Le tout présente une épaisseur de 60 à 70 mètres et repose évidemment sur l'étage urgonien des environs de Saint-Jean. Pour bien voir cette superposition, il faut s'éloigner du village, où le sol est couvert par un lambeau de grès vert, et s'engager dans un ravin qui sépare le plateau de Blacherousse de la montagne de l'Hubac, située en face.

Cette montagne est composée de couches urgoniennes fortement exhaussées, qui, d'un côté, s'enfoncent sous celles du plateau, et de l'autre vont se lier au calcaire de Sarrau, où l'on trouve en abondance les fossiles du néocomien supérieur (1).

Nous résumerons nos observations sur les relations stratigraphiques de la formation à *Ancycloceras* de Sault en disant : qu'au nord et à l'ouest, elle s'appuie contre le néocomien inférieur du Ventoux ; qu'au sud, elle repose sur l'étage urgonien de Sarrau, et qu'entre Sault et Saint-Trinit, elle est recouverte par les marnes aptiennes. A l'est, elle s'étend dans le département des Basses-Alpes, où nous ne l'avons pas étudiée. Nous signalerons seulement entre Saint-Christol et Simiane un gisement de fossiles très-intéressants par la présence d'espèces appartenant au genre *Caprine* ; on les trouve sur le bord même de la route, à peu près à égale distance des deux villages.

§ II. *Grès vert inférieur.*

L'étage crétacé que nous nommons *grès vert inférieur* est un groupe géologique très-naturel, qui souvent dans les Alpes est isolé des autres membres de la craie, et dont toutes les parties, depuis les plus basses jusqu'aux plus élevées, sont étroitement liées. Cette liaison stratigraphique ne nous a offert aucune exception. Les ro-

Généralités.

(1) Voyez la coupe n° 13.

ches qui le composent sont, suivant les lieux, des marnes plus ou moins argileuses d'un gris foncé presque noir, des marnes sableuses bleuâtres ou d'un gris verdâtre, des calcaires sableux et des grès à points verts, des sables et des grès quarizeux fortement colorés en rouge par de l'oxyde de fer, des marnes solides schisteuses et des calcaires compactes ou sublamellaires de couleur claire avec silex. Suivant que l'une ou l'autre de ces diverses espèces de roches domine dans une localité, l'étagage peut offrir des faciès assez différents pour qu'au premier aspect il soit difficile d'y voir le même terrain.

Abstraction faite des anomalies paléontologiques que presque toutes les formations présentent dans les Alpes, le grès vert inférieur renferme des fossiles spéciaux, aujourd'hui bien connus, qui, sauf des mélanges accidentels, se succèdent dans un ordre déterminé. On trouve à sa base, dans des couches ordinairement argileuses : *Belemnites semicanaliculatus* ; *Ammonites Dufrenoyi*, *A. Martinii*, *A. crassicostratus*, *A. Nisus*, etc. ; *Plicatula placunea*, et d'autres coquilles caractéristiques de la faune dite aptienne. A ces couches il en succède d'autres, renfermant les fossiles albiens ou du *gault*, parmi lesquels on doit citer, comme fréquents : *Ammonites mammillatus*, *A. Lyellii*, *A. Beudanti*, *A. latidorsatus*, *A. Milletianus*, *A. Delucii* ; *Terebratula Dutempleana*. Enfin, à la partie supérieure apparaissent : *Ammonites varians*, *A. falcatus*, *A. Mantellii*, *A. Rhotomagensis* ; *Turrilites costatus*, *T. Bergeri* ; *Holaster suborbicularis*, et, dans certains lieux, *Ostrea columba* ; ce sont les espèces les plus communes de la faune cénomanienne des Alpes. Il est essentiel

d'ajouter qu'une pareille coupe paléontologique est rarement complète. En général, la faune aptienne et l'albienne paraissent être, sous le rapport du développement, en raison inverse l'une de l'autre. Ainsi, dans les localités où les fossiles aptiens sont nombreux et variés, ou occupent dans le sens vertical une étendue un peu considérable, ceux du gault manquent tout à fait. Réciproquement, lorsque les couches à fossiles du gault sont puissantes et bien caractérisées, les coquilles aptiennes disparaissent ou ne sont représentées que par de rares espèces. Quant aux fossiles cénomaniens, on n'en découvre quelquefois aucune trace au-dessus de la faune aptienne ou de l'albienne; d'autres fois, au contraire, ils existent seuls dans la formation. Assez souvent des espèces cénomaniennes se trouvent mêlées à celles du gault, et, sous le rapport des fossiles, ce dernier n'est pas toujours nettement séparé des couches aptiennes. La liaison stratigraphique des assises du grès vert inférieur, quand elles sont distinctes au point de vue paléontologique, et l'absence fréquente d'une ou même de deux d'entre elles, les rendent comparables, à notre avis, aux trois divisions qui ont été établies, dans un des étages du terrain jurassique, sous les noms de *lias inférieur*, *lias moyen* et *lias supérieur*.

Le grès vert inférieur forme autour du massif du Ventoux une bande presque continue, de largeur inégale, qui, d'un côté, s'appuie contre le néocomien, et de l'autre s'enfonce en général sous des roches tertiaires. Si l'on prend pour point de départ Rustrel, au nord d'Apt, on peut suivre cette bande, à l'est, dans le département

Distribution
géographique.

des Basses-Alpes, et à l'ouest dans celui de Vaucluse. Du côté de l'est, elles s'étend jusqu'aux environs de Sisteron, en passant par les villages d'Ongles, de Saint-Étienne-les-Orgues, de Cruis, de Mallefougasse, de Châteauneuf et d'Aubignosc; à l'ouest, dans le département de Vaucluse, elle constitue en partie les territoires de Saint-Saturnin-d'Apt, de Joucas, de Gordes, de Méthamis, de Villes, de Flassan et de Bedoin. Entre Gordes et Méthamis, séparés par une distance en ligne droite de 12 kilomètres, le grès vert inférieur disparaît sous de puissantes couches de mollasse et de calcaire tertiaire d'eau douce. Sauf cette interruption, la bande crétacée que nous venons de signaler est continue.

Près d'une grange nommée *la Madeleine*, au nord-est de Bedoin, le grès vert inférieur se cache une seconde fois sous les roches tertiaires. Il manque complètement autour de la pointe occidentale du mont Ventoux, mais on le retrouve un peu au delà de Veaux, appliqué contre le versant nord de la montagne, tout à fait à sa base. À partir de ce point, il se prolonge à l'est en formant une bande peu large sur le flanc gauche de la vallée du Toulourenc. À Reilhanette, où la chaîne du Ventoux présente une échancrure profonde, très-ancienne, il passe par cette solution de continuité et s'étend dans le canton de Sault, principalement dans le petit bassin de la Nesque, où il est bien caractérisé.

La même formation se montre dans la partie occidentale du département, aux environs d'Orange, et, plus au nord, entre Bollène et Saint-Paul-Trois-Châteaux. Elle constitue, près de Vaison, un îlot assez considéra-

ble, qui s'élève au milieu de la mollasse, entre Saint-Romain, Saint-Marcellin et Faucon. Elle existe également entre Vaison et les montagnes de Gigondas, et peut-être aussi sur le versant méridional du Lèberon.

Le faciès du grès vert inférieur dans le département de Vaucluse est généralement argilo-arénaqué. Les couches les plus basses sont des argiles plus ou moins sableuses d'un gris bleuâtre ou verdâtre. Elles sont surmontées de grès quartzeux à ciment calcaire, ordinairement très-ferrugineux; suivant que le ciment est plus ou moins abondant, la roche peut être un sable quartzeux presque sans consistance ou un calcaire arénaqué très-solide. Quant aux fossiles, les marnes argileuses de la base présentent presque partout le *Belemnites semicanaliculatus*, et d'autres Céphalopodes de la faune aptienne; les couches arénaquées supérieures renferment assez souvent les coquilles de l'assise cénomaniennne; nulle part dans l'étendue du département nous n'avons rencontré celles du gault, et on n'en a jamais cité.

Faciès
dans le département
de Vaucluse.

Nous allons compléter ces généralités par la description particulière de quelques localités.

Rustrel, situé à 10 kilomètres nord-est d'Apt, est un des points les plus favorables pour bien étudier l'assise aptienne et ses rapports avec le terrain néocomien. On y voit, immédiatement au-dessus du calcaire urgonien, appartenant au versant sud de la montagne de Lagarde, une masse de marne argileuse grise, à points verdâtres, dont l'épaisseur assez variable peut atteindre au maximum 30 à 40 mètres. Cette argile n'est pas distinctement

Environs
de Rustrel.

stratifiée en petit, mais elle est divisée en grand par des lits peu épais d'un calcaire marneux à cassure terreuse. Elle renferme habituellement des pyrites, soit en cristaux cubiques, soit en rognons globuliformes, et quelquefois des indices de succin et de lignite. On y trouve beaucoup de fossiles, parmi lesquels nous citerons : *Belemnites semicanaliculatus* ; *Ammonites Dufrenoyi*, *A. Emerici*, *A. Guettardi*, *A. Martinii*, *A. Nisus*, *A. striatisulcatus*, *Cerithium Aptiense*, *C. Barremense* ; *Nucula simplex* ; *Plicatula placunea*, *P. radiola*. A cette assise argileuse il en succède une autre à peu près d'égale épaisseur, formée de sables et de grès jaunâtres à points verts, qui paraissent dépourvus de fossiles ; au-dessus, il y a des sables quartzeux bigarrés appartenant aux terrains tertiaires. On remarque qu'il n'y a aucune liaison entre l'argile aptienne et le calcaire urgonien qui lui sert de support : celui-ci était émergé depuis longtemps et présentait une surface accidentée lorsque l'argile est venue le recouvrir et combler ses inégalités. Ce fait ne s'observe pas seulement aux environs de Rustrel, il est facile de le constater tout autour du massif du Ventoux, et, ainsi que nous l'avons déjà dit, il est général dans les Alpes.

Gargas.

Une colline située au sud de Gargas, et sur le flanc de laquelle on a bâti l'église de ce village, offre une coupe semblable à la précédente. On observe à sa base, du côté du nord, une masse considérable d'une argile grise, légèrement verdâtre, divisée en bancs d'épaisseur variable par des couches minces d'un calcaire à cassure terreuse, inégalement dur, et se délitant en fragments

arrondis. Cette argile, dont la puissance est au moins de 30 à 40 mètres, s'élève presque jusqu'au sommet de la colline. Elle est couronnée par 12 à 15 mètres de sable et de grès verdâtre, au-dessus desquels il y a, comme à Rustrel, des sables quartzeux bigarrés et des grès ferrugineux tertiaires. Malgré sa grande puissance sur ce point, l'argile aptienne y est pauvre en fossiles. Les grès verdâtres situés à sa partie supérieure en renferment quelques-uns, entre autres le *Belemnites semicanaliculatus*, la *Terebratula sella* et l'*Ostrea aquila*.

En continuant à s'avancer vers le sud, on voit les couches argileuses diminuer de puissance, non-seulement à cause des dénudations qu'elles ont éprouvées, mais aussi par l'effet d'un développement moindre. Elles ne forment plus que quelques mamelons isolés et peu élevés, mais dont la richesse en coquilles est remarquable. L'un d'eux se trouve au sud-ouest d'un grand bâtiment ou bastide, nommé *les Billards*; un autre constitue plus à l'ouest, à peu de distance de la grande route d'Apt à Avignon, une butte au sommet de laquelle sont les ruines d'un moulin à vent. Nous avons recueilli dans ces deux localités une immense quantité de fossiles parmi lesquels dominent : *Belemnites semicanaliculatus*; *Ammonites Dufrenoyi*, *A. crassicosatus*, *A. Martinii*, *A. Nisus*; *Plicatula placunea*. D'autres espèces plus rares, telles que *Ammonites neocomiensis*, *A. verrucosus*, *A. Gargasensis*, *A. inornatus*, *A. picturatus*, *A. consobrinus*, s'y trouvent mêlées. Quand on a atteint la grande route, où commence un affleurement considérable de calcaire urgonien, on observe que la marne argileuse renfermant les fossiles

précédents s'amincit au contact du calcaire et finit par disparaître tout à fait: car au delà du Caulon, tout le long de ce torrent, le néocomien supérieur paraît recouvert sans intermédiaire par des sables et des argiles rouges tertiaires.

De Gargas
à Gordes.

Si, à partir de Gargas, on se rapproche du massif néocomien de Saint-Saturnin pour se diriger ensuite vers l'ouest, du côté de Gordes, on marche constamment sur le terrain de marne argileuse et de sable verdâtre que nous avons décrit, et presque toujours on y rencontre des fossiles. Ils sont abondants entre Croagnes et Joucas, dans une localité nommée *Fontaube*. On y trouve: *Ammonites Belus*, *A. crassicostatus*, *A. Duvalianus*, *A. Guettardi*, *A. Martinii*, *A. Morelianus*, *A. Nisus*; *Toxoceras Emericianus*, *T. Royeranus*; *Cerithium Aptiense*, *C. Barremense*; *Plicatula placunea*. Enfin, près de Gordes, nous avons recueilli dans l'argile le *Belemnites semicanaliculatus*, qui se montre presque partout, et plusieurs des autres espèces déjà citées.

On a pu remarquer que jusqu'à présent nous n'avons mentionné nulle part la faune cénomaniennne; nous croyons qu'elle manque complètement dans l'arrondissement d'Apt.

De Méthamis
à Bedoin.

Après s'être enfoncé sous la mollasse à Gordes, le grès vert inférieur reparait à Méthamis. On le voit sortir de dessous les roches tertiaires, près d'une grange nommée *Jacomine*, et, à partir de ce point, il règne sans interruption sur le contour occidental du massif du Ventoux jusqu'au delà de Bedoin. Dans tout cet espace il est formé, à sa base, de marne argileuse avec fossiles

aptiens, les mêmes que ceux de Rustrel et de Gargas ; mais les grès qui sont ordinairement superposés à cette marne acquièrent ici une grande puissance, et renferment en abondance de l'oxyde de fer ; ils offrent en outre des fossiles cénomaniens.

Une coupe faite à Bedoin, dans la direction du nord au sud, nous a donné la série suivante, en commençant par les couches les plus basses :

1° Une marne argileuse, épaisse de 20 à 25 mètres, dans le sein de laquelle on trouve le *Belemnites semicanaliculatus*. Elle repose, en stratification complètement discordante, sur un calcaire probablement urgonien, qui forme de ce côté la base du mont Ventoux.

2° Des sables ferrugineux de couleur d'ocre rouge. Ils sont sans consistance, très-quartzeux, et ont une puissance de 15 à 20 mètres.

3° Des bancs de grès quartzeux ferrugineux, épais de quelques mètres. Ils couronnent les sables précédents, et n'en sont que la partie supérieure, rendue plus solide par un ciment argilo-calcaire.

4° Des sables quartzeux jaunâtres ou d'un gris terne, des grès blanchâtres à points verts et des marnes sableuses grises, alternant plusieurs fois ensemble. Ce système de couches, épais d'une quinzaine de mètres, présente une faible inclinaison vers le sud et constitue une petite plaine complantée d'oliviers au nord de Bedoin ; on n'y observe pas de fossiles.

5° Un nouveau groupe de 35 à 40 mètres de puissance, composé de grès quartzeux micacés, les uns à grains fins, les autres à gros grains, de couleur jaunâtre ou

gris verdâtre. Ils sont plus durs que les précédents, et leurs tranches relevées forment un arête saillante sur le versant méridional de laquelle se trouve le village de Bedoin. Ce groupe de grès s'enfonce sous des argiles plastiques et des sables bigarrés tertiaires.

Les couches arénacées qui supportent Bedoin, étant suivies dans leur prolongement nord-ouest jusqu'aux environs d'une grange nommée *Florent*, présentent, dans un rayon de 150 mètres, au sud et à l'ouest de ce bâtiment, beaucoup de coquilles appartenant principalement aux espèces suivantes : *Ammonites falcatus*, *A. Rhomagensis*, *A. Renauxianus*; *Ancyloceras armatus*; *Turritiles Bergeri*; *Trigonia sulcatoria*; *Pinna bicarinata*; *Ostrea carinata*, *O. Matheroniana*; *Holaster marginalis*. Parmi ces fossiles, la *Pinna bicarinata* et l'*Holaster marginalis* nous ont paru être les plus abondants.

Revers
septentrional
du Ventoux.

La bande de grès vert inférieur que l'on observe sur le revers septentrional du Ventoux est située tout à fait à sa base; elle forme, depuis les environs de Saint-Léger jusqu'au delà de Reilhanette, une suite de monticules coniques, rangés en ligne droite, d'un aspect remarquable: leur couleur un peu ferrugineuse les fait distinguer facilement du reste de la chaîne. Ce grès vert est composé principalement de marnes sablonneuses verdâtres ou jaunâtres, de calcaires arénacés à points verts et à grains de quartz roulés, et de calcaires ocreux, marneux, quelquefois remplis de silex. On n'y trouve pas de fossiles aptiens, mais plusieurs de ceux qui caractérisent la faune cénomaniennne. Nous citerons particulièrement l'*Holaster suborbicularis*, qui paraît très-abon-

dant à l'ouest-sud-ouest de Saint-Léger, dans des marnes et des calcaires sableux grisâtres, dont la puissance est de 150 à 200 mètres. Les mêmes couches, près de Savoillans, renferment l'*Ammonites Mantellii*. On observe que ces couches vont buter contre le versant nord du Ventoux, et que jusqu'au contact même elles présentent une inclinaison constante vers cette montagne, en sorte qu'elles paraissent lui servir de base. Comme, d'un autre côté, les calcaires à fossiles néocomiens du Ventoux s'enfoncent certainement sous le grès vert inférieur de Sault, de Bedoin, de Flassan et d'autres lieux, il semble que toute cette masse calcaire est comprise dans le sein du grès vert, intercalation qui serait certainement fort extraordinaire si elle était réelle, mais qui n'est qu'apparente: un examen attentif des lieux le prouve. Lorsque, sur le flanc d'une montagne, des roches dures, telles que des calcaires compactes, reposent sur des couches tendres, par exemple sur des marnes sableuses, les premières sont toujours coupées à pic au-dessus des secondes et leur position relative ne peut être l'objet d'aucun doute. On n'observe rien de pareil sur le versant septentrional du Ventoux. Si l'on examine la ligne séparative des calcaires néocomiens et des marnes du grès vert, on voit que cette ligne, au lieu d'être indiquée par un escarpement, l'est par un vallon. Nulle part on ne peut constater une superposition réelle des calcaires sur les marnes. En outre, on reconnaît qu'au défilé du château Ribot, un intervalle à peine égal à quelques centaines de mètres sépare le grès vert des environs d'Aurel de celui du revers nord de la chaîne du Ventoux; leur continuité

géologique n'est pas douteuse. Or, le premier repose évidemment sur le néocomien ; il faut donc qu'il en soit de même du second, car le même système de couches, comparé à un autre, ne peut pas à la fois lui être supérieur et inférieur.

Nous avons insisté sur les relations géologiques du grès vert inférieur avec les calcaires du Ventoux, parce qu'elles ont été méconnues, et, en outre, parce qu'on y trouve la confirmation de cette vérité, que, lorsqu'il existe dans les Alpes des superpositions anormales, *seulement en apparence*, on peut *toujours* s'assurer du fait par une étude approfondie des lieux.

Aurel et Sault.

Le grès vert inférieur des environs d'Aurel a rempli, du côté du nord, un petit bassin de forme presque circulaire, qui s'étend jusqu'à l'entrée du défilé du château Ribot ; il s'élève même à une certaine hauteur, à droite et à gauche de ce défilé, sur la pente de la chaîne du Ventoux, où on le voit reposer, en stratification complètement discordante, sur le calcaire néocomien. Tout près du village, du côté de l'ouest, il constitue un monticule isolé, formé à sa base de marnes argileuses grises, sableuses, qui rappellent les marnes aptiennes, au-dessus, il y a une épaisseur de 15 à 20 mètres de grès ferrugineux à points verts, avec bancs subordonnés d'une brèche composée de fragments de diverses roches siliceuses ; la partie la plus élevée est un calcaire arénacé, plus solide que les grès inférieurs, où il n'est pas rare de rencontrer l'*Inoceramus latus* et l'*I. cuneiformis*. Plus au sud, la formation disparaît en grande partie sous des couches d'eau douce tertiaires qui ont rempli le vallon de la Nes-

que; elle ne présente plus autour de ce vallon que des affleurements qui prennent une certaine extension aux environs de Verdoliers. Un peu au sud de ce hameau, au quartier des Seigneurs, des marnes argileuses grises renferment le *Belemnites pistilliformis* et le *B. Orbignianus*; elles paraissent inférieures à des grès extrêmement ferrugineux, les uns fins et micacés, les autres à gros grains de quartz, où l'on trouve : *Ammonites falcatus*; *Turrilites costatus*, *T. Bergeri*; *Scaphites æqualis*, *S. compressus*; *Hamites simplex*. De l'autre côté de la Nesque, à droite et à gauche de la route qui conduit de Sault à Saint-Jean-de-Durfort, le grès vert inférieur est représenté par des marnes grises, argileuses ou sableuses, qui contiennent, près des Buans, l'*Ammonites crassicostatus* et l'*A. Martinii*. Ces marnes paraissent se prolonger d'une manière continue jusqu'au fond du petit bassin de Monieux. Elles constituent aussi à la surface du calcaire urgonien quelques lambeaux isolés, dont le plus considérable entoure le village de Saint-Jean. Enfin, en dehors du vallon de la Nesque, le grès vert inférieur recouvre les calcaires à *Ancyloceras* entre Saint-Trinit et Saint-Christol. Indépendamment du *Belemnites semicanaliculatus* et de l'*Ostrea aquila*, déjà cités au sud-est de Saint-Trinit, nous rapportons à cette formation l'*Ammonites Rhotomagensis*, l'*A. Mantellii*, le *Hamites attenuatus* et l'*Ancyloceras armatus*, que l'on nous a communiqués comme ayant été trouvés à la surface du plateau de Sault.

La ville d'Orange est bâtie au pied d'une colline de grès vert dont la hauteur au-dessus de la plaine environ-

Environs
d'Orange.

nante est de 50 à 60 mètres. Les couches de sable et de grès siliceux qui composent cette colline plongent légèrement vers le sud-est, et disparaissent bientôt à l'est et au sud sous une nappe épaisse de cailloux roulés quaternaires ; mais à l'ouest, leurs tranches sont coupées à pic et leur succession est facile à étudier. Tout à fait à la base on observe sur une hauteur de 12 à 15 mètres des grès quartzeux jaunâtres, tendres à leur partie inférieure, ce qui a permis d'y creuser des caves ; plus haut, ils acquièrent de la dureté et deviennent distinctement stratifiés ; on y voit beaucoup de coquilles brisées, indéterminables. Immédiatement au-dessus, il y a des bancs de grès d'une nature à peu près semblable, sauf qu'ils sont pénétrés de points verts et qu'ils renferment beaucoup d'*Ostrea columba* ; leur épaisseur est de 2 à 3 mètres. Ces bancs fossilifères sont suivis d'une nouvelle série de grès siliceux à grains fins, en général ocreux et à ciment calcaire, qui forment le reste de l'escarpement. La proportion relative des grains de quartz empâtés et du ciment est extrêmement variable. Quelquefois la roche passe à un véritable calcaire de couleur jaune, offrant à peine des indices d'une texture arénacée ; ailleurs, au contraire, c'est un grès entièrement siliceux. Le carbonate de chaux paraît devenir de plus en plus abondant à mesure que l'on s'élève, et, tout à fait au sommet de la colline, les couches sont exclusivement composées d'un calcaire en général blanchâtre et d'aspect crayeux, que l'on exploite pour les constructions.

On observe au sud d'Orange, à 4 kilomètres de di-

stance, des grès verdâtres ou jaunâtres, intimement liés aux précédents et remarquables par la variété des coquilles cénomaniennes qui y sont répandues. Nous citerons particulièrement les espèces suivantes : *Nautilus elegans*; *Ammonites falcatus*, *A. Rhotomagensis*, *A. varians*; *Pterodonta inflata*; *Mitra Requièni*; *Trigonia dædalea*, *T. sulcatoria*; *Pinna bicarinata*; *Mytilus siliqua*; *Lima Renauxiana*; *Inoceramus striatus*; *Ostrea Matheroniana* (1). Ce gisement fossilifère est dans une localité nommée la *Moure-Rouge*, non loin de la grange Calvin.

Le grès vert inférieur occupe une étendue considérable aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Quoique cette localité n'appartienne pas au département de Vaucluse, elle est si connue sous le rapport des restes organisés que nous en dirons quelques mots. En se dirigeant du village vers le sud, on ne tarde pas à voir s'élever un peu au-dessus de la plaine des couches de calcaire marneux, d'un gris blanchâtre tirant sur le vert, alternant avec des lits minces de marne argileuse également verdâtre. Ce système de roches sert de base à la colline de Sainte-Juste, couronnée par la molasse. On peut le suivre de là à l'ouest, tout autour de la même colline, jusque près de Saint-Pierre-de-Cénos, sans que ses caractères minéralogiques éprouvent de changements notables; sa stratification présente en général une légère inclinaison vers le sud. Les couches dont nous venons de parler offrent peu de fossiles; pour en rencontrer beaucoup, il

Saint-Paul-Trois-
Châteaux.

(1) C'est à tort que l'on a considéré l'*Ostrea Matheroniana* comme caractéristique de la craie supérieure de la Provence; on la trouve aussi dans les couches cénomaniennes.

faut aller au nord-est, du côté de Clansayes. Ce village est situé sur une hauteur dont le sommet est formé par la mollasse, mais dont les pentes, profondément ravinées de tous côtés, appartiennent au grès vert inférieur. Vers le nord-ouest, la base et les flancs de la colline, jusqu'à une certaine hauteur, sont formés d'une masse puissante d'argile bleuâtre, associée à des marnes sableuses d'un gris cendré, qui renferment le *Belemnites semicanaliculatus* et le *B. pistilliformis*. Ces marnes sableuses s'étendent au loin et couvrent la surface de la plaine arrosée par le ruisseau de Charaveu. Beaucoup de fossiles y sont disséminés, parmi lesquels nous citerons : *Hamites rotundus*, *Ostrea aquila*, *Rhynchonella Bertheloti*, *Echinospatagus subcylindricus*, *Discoidea subuculus*. En s'avancant vers le sud-est on voit que les marnes sableuses précédentes s'enfoncent sous une assise puissante de sables et de grès ferrugineux qui constituent près de Clansayes la colline de Venterol. Ces grès renferment dans les ravins de Gaspardoux des moules siliceux et roulés de coquilles propres au gault. Les plus abondantes sont : *Ammonites nodosocostatus*, *A. Milletianus*; *Natica Rauliniana*, *Turbo Martinianus*, *Cyprina regularis*, *Tethys minor*, *Arca carinata*, *Terebratula Dutempleana*, *Discoidea decorata*. En se rapprochant de Clansayes, on observe au-dessus des grès précédents d'autres couches arénacées où l'on trouve des restes de Mollusques et d'Echinides appartenant à la faune cénomaniennne, tels que : *Ammonites Mantellii*, *Ostrea carinata*, *Holaster suborbicularis* et *Miscraster distinctus*. Le grès vert inférieur de Clansayes présente donc les fossiles caractéris-

tiques du gault et du cénomaniens. Ce terrain se prolonge encore très-loin vers le sud-est en passant entre la mollasse de Saint-Restitut et celle de Lestagnol ; il atteint le territoire de Suze, où l'on rencontre la *Terebratula Dupleana*.

Il existe à l'est-nord-est de Vaison un petit massif de grès vert inférieur qui était resté jusqu'à présent inconnu. Il est de forme à peu près circulaire, et constitue les plus hautes collines couvertes de pins qui sont situées entre Saint-Romain, Saint-Marcellin et Faucon ; près de son bord oriental, il est coupé par l'Ouvèze qui s'y est profondément encaissé. Les roches qui le composent sont des marnes argileuses noires très-puissantes, recouvertes par des strates peu épais d'un calcaire compacte, plus ou moins arénacé, de grès verdâtre et de marne sablonneuse, alternant ensemble. On y voit peu de fossiles, sauf aux environs de Faucon, où les marnes argileuses renferment : *Ammonites Belus*, *A. crassicosatus*, *A. Guettardi*, *A. strangulatus*, *A. striatisulcatus*, et d'autres espèces déjà indiquées près d'Apt. La mollasse entoure de tout côté cet îlot crétacé et s'appuie contre lui.

Le grès vert se montre également aux environs de Vaison, sur la rive gauche de l'Ouvèze. Si l'on sort de la ville par la route de Malaucène, on rencontre d'abord sur sa droite des bancs de calcaire compacte de la formation à *Ancyloceras*, que l'on exploite pour la fabrication de la chaux, puis la mollasse en couches verticales. Après un trajet d'environ 1200 mètres, cette mollasse offre une solution de continuité produite par un torrent qui descend des collines situées au sud. En remontant

Environs
de Vaison.

le long de ce torrent, on reconnaît bientôt qu'il a creusé son lit dans le sein de marnes argileuses noires avec *Belemnites semicanaliculatus* et *Ptychoceras lævis*; celles-ci reposent sur les calcaires à *Ancyloceras* et sont associées à des marnes sablonneuses grises et à des grès verdâtres. Plus loin, vers le Crestet, le même groupe offre à sa partie supérieure l'*Ammonites falcatus* et le *Turrilites Bergeri*. En continuant à le suivre vers le sud, il nous a paru pouvoir être rattaché d'une manière continue à des couches également argileuses qui, près de Romane et de Lancieu, ont rempli un petit bassin limité d'un côté par le terrain jurassique de la chaîne de Saint-Amand, de l'autre par les calcaires à *Ancyloceras* de Gigondas et de Sablet. On y trouve les espèces suivantes de l'assise aptienne : *Belemnites semicanaliculatus*; *Ammonites Belus*, *A. crassicosatus*, *A. Dufrenoyi*, *A. Emerici*, *A. Gargasensis*, *A. Guettardi*, *A. inornatus*, *A. ligatus*, *A. Morelianus*, *A. neocomiensis*, *A. Nisus*, *A. picturatus*, *A. strangulatus*, *A. striatisulcatus*; *Toxoceras Royerianus*. L'*Inoceramus latus* a été rencontré au nord-est de Gigondas, près des ruines de l'abbaye de Prébayon.

Nous signalerons encore deux petits dépôts du grès vert inférieur situés l'un près de Sablet, l'autre entre Saint-Just et le hameau du Jas, commune de Séguret; ils sont l'un et l'autre appliqués contre les collines de calcaire à *Ancyloceras* qui de là se prolongent jusqu'à Vaison. Le premier dépôt offre des strates minces d'un calcaire compacte, marneux, se divisant de lui-même en un grand nombre de fragments irréguliers qu'enveloppe de tout côté une marne argileuse, d'un gris verdâtre.

Ce calcaire donne une excellente chaux hydraulique, qui est la plus renommée du département; on l'exploite à l'est du village, à une distance d'environ 1 kilomètre. Le grès vert que l'on observe entre Saint-Just et le Jas est principalement composé de marnes ferrugineuses alternant avec des couches d'un calcaire verdâtre ou ocreux, qui peut devenir arénacé et passer à un grès quartzeux de la même couleur. Ce système de couches est en stratification horizontale, ou se relève légèrement vers l'est. Nous n'y avons pas découvert de fossiles, non plus qu'à Sablet.

Il nous reste à parler d'un système peu étendu de couches crétacées que l'on observe sur le versant méridional du Léberon et qui nous a paru devoir se rapporter au grès vert inférieur. Lorsque, après avoir quitté Lourmarin, on entre dans le défilé par lequel passe la route d'Apt, la première roche que l'on rencontre est un calcaire en grande masse, de 30 à 40 mètres de puissance et mal stratifié; il est fortement relevé vers le nord et s'appuie sur les flancs du Léberon, dont il n'atteint pas la moitié de la hauteur. Ce calcaire est lamelleux, gris bleuâtre; il empâte des fragments d'un calcaire de couleur un peu différente et passe quelquefois à une véritable brèche. On remarque qu'il est fendillé et traversé par de nombreuses fissures. En continuant à s'avancer, on voit sortir de dessous cette assise des grès verdâtres, semblables à ceux que nous avons déjà souvent mentionnés dans le grès vert inférieur. Ils sont en partie à grains fins, en partie à gros grains, et passent même quelquefois à un poudingue ou à une brèche où l'on trouve des silex. Ces couches

Revers sud
du Léberon.

arénacées paraissent moins puissantes que l'assise calcaire qui les recouvre. On les observe aussi bien sur la droite que sur la gauche du torrent qui occupe le fond du défilé; quand on est arrivé au deuxième pont jeté sur ce torrent pour le passage de la route, on voit qu'elles reposent en stratification discordante sur des calcaires compactes, marneux, d'un gris bleuâtre, ayant les caractères du néocomien inférieur précédemment décrit. Ce groupe de couches qui demanderait à être étudié plus longuement que nous n'avons pu le faire, ne nous a pas offert de fossiles; il paraît régner sur les flancs du Lèberon, de chaque côté du défilé, mais sans s'étendre à une grande distance.

§ III. Grès vert supérieur.

Généralités.

Le système de couches dont nous désignons l'ensemble par le nom de *grès vert supérieur* est un groupe aussi naturel que celui du grès vert inférieur. Il a dans les Alpes une puissance très-variable, mais en général considérable, égale au moins à 750 ou 800 mètres dans le département de Vaucluse. Sa base est composée de grès ferrugineux qui renferment dans plusieurs localités des couches de lignite avec coquilles d'eau douce. Sa limite supérieure est une assise calcaire où abondent ordinairement certaines coquilles, telles que : *Hippurites organisans*, *H. sulcata*, etc. Les grès de la base présentent communément beaucoup d'*Ostrea columba*; ils sont parfaitement caractérisés à Mondragon et aux

Martigues (Bouches-du-Rhône). Quoique les couches lacustres à lignite, qui y sont subordonnées, n'aient pas beaucoup de continuité, elles forment cependant un bon horizon géologique. L'assise supérieure est aussi facilement reconnaissable à la prédominance des fossiles de la famille des Rudistes; depuis longtemps elle est connue dans le Midi de la France, sous le nom de *calcaire à Hippurites*. On l'observe à Mornas, à Piolenc, aux Martigues et dans beaucoup d'autres localités de la Provence. Il ne nous a pas été possible de constater dans les limites du département de Vaucluse la superposition de cet étage sur le grès vert inférieur, mais elle est manifeste partout dans le département des Bouches-du-Rhône. Aussi, sans entrer à ce sujet dans des détails qui seraient peu utiles, nous tiendrons cette superposition comme certaine.

Le grès vert supérieur, tel que nous venons de le définir, correspond au grand étage crétacé que A. d'Orbigny a nommé *turonien*, et qui a été aussi appelé *craie tuffau*. Son étendue dans le département de Vaucluse est beaucoup moindre que celle du grès vert inférieur; on ne l'observe pas en dehors d'un espace d'environ un myriamètre carré de superficie, qui est compris entre Bollène, Roche-gude, la Garde-Paréol, Sérignan, Piolenc, Mornas et Mondragon. Dans l'intérieur de ce contour polygonal se trouve la commune d'Uchaux, dont les richesses paléontologiques sont connues de tous les géologues. Nous allons d'abord donner une idée de la nature des roches de la contrée dont nous venons d'indiquer les limites; nous passerons ensuite à sa constitution géologique.

Constitution
minéralogique.

La roche formant la base du terrain des environs d'Uchaux est un grès quartzeux et ferrugineux, à ciment calcaire ou argilo-calcaire ; il peut, suivant la grosseur des grains empâtés, la proportion du ciment et celle du fer, présenter un nombre presque infini de variétés. Les grains sont tantôt très-fins et presque indiscernables, tantôt de la grosseur d'un sable grossier mêlé de gravier. Quelquefois la roche est blanche, cela est rare ; presque toujours elle est plus ou moins ocreuse, et même, dans certains lieux, elle devient un véritable minerai de fer. Quant au ciment, il peut être complètement nul : le grès se change dans ce cas en un sable quartzeux pur, sans consistance. D'autres fois au contraire la proportion du carbonate de chaux est très-forte : on a alors un calcaire plus ou moins arénacé, qui passe par transitions insensibles à un calcaire sublamellaire ou compacte, à cassure inégale, où l'on n'aperçoit aucun mélange de grains quartzeux. Le ciment, au lieu d'être marneux, peut devenir purement siliceux. Quand cela arrive, le grès ne fait aucune effervescence avec les acides ; il se transforme même en un véritable quartzite à texture grenue ou compacte. La variété de roche la plus commune est le grès quartzeux à grains moyens et à ciment calcaire, où l'on remarque quelquefois de petits fragments arrondis de calcaire et des pailletes de mica d'une grande ténuité.

Division
en quatre
sous-étages.

Les roches dont nous venons d'indiquer les caractères constituent par leur association un système de couches en général fortement inclinées, dont la puissance totale atteint près de 800 mètres. Malgré les passages minéralogiques et paléontologiques qui unissent entre elles

toutes les parties de ce système, il nous a paru se diviser naturellement en quatre groupes principaux ou *sous-étages*, composés chacun d'une assise inférieure formée de marnes arénacées, en général friables, et d'une assise supérieure où l'élément calcaire domine, et qui a pour cette raison plus de dureté. Les assises inférieures, faciles à désagréger, ont été creusées par les agents d'érosion, tandis que celles qui leur succèdent sont restées en saillie ; il en est résulté une suite de petits vallons séparés par des chaînes de collines parallèles entre elles, que l'on observe dans tout le pays compris entre Bollène, Uchaux et Mornas. La direction moyenne de ces chaînes de collines est, à très-peu près, de l'est-10°-nord à l'ouest-10°-sud. Leur formation est d'une date très-ancienne, car on exploite dans un des vallons intermédiaires, près de Noyère, des couches d'argile plastique appartenant à la base de la série tertiaire de la Provence, et, plus à l'ouest, dans un autre vallon prolongement géologique du premier, il y a près de Saint-Yriex un dépôt de molasse. Si, à partir de Mondragon, on mène une ligne vers l'est-nord-est, on observe que les couches, suivant qu'elles se trouvent au sud ou au nord de cette ligne, ont une inclinaison en sens contraire. Les premières plongent vers la région sud ou du côté de Mornas ; les autres vers le nord ou du côté de Bollène. Il est d'ailleurs facile de s'assurer qu'elles forment de chaque côté une série dont tous les membres s'enfoncent positivement les uns sous les autres. D'après cette structure stratigraphique, on peut étudier complètement la contrée au moyen de deux coupes géologiques dirigées, l'une de Mondragon vers

la chaîne de collines à l'extrémité de laquelle est bâti le village de Mornas ; l'autre de Mondragon vers Bollène (1).

Coupe de
Mondragon à la
colline de Mornas.

La coupe de Mondragon à la colline de Mornas est très-intéressante, parce qu'elle offre la succession complète des quatre sous-étages dont se compose le grès vert supérieur, et qu'elle les montre avec tous leurs détails minéralogiques et paléontologiques. Nous allons les décrire successivement, en les distinguant par leur numéro d'ordre à partir du bas.

Premier
sous-étage.

Le sous-étage le plus ancien ou le premier, que l'on observe aux environs de Mondragon, se divise nettement en trois groupes de couches. L'inférieur consiste en une masse de grès ferrugineux à grains moyens, en général solides, qui forment un escarpement coupé à pic le long du chemin par lequel on va directement de Mondragon à Bollène. Leur épaisseur totale est de 60 à 70 mètres ; on n'y trouve que des fragments d'huître indéterminables. Le groupe moyen est une assise de grès offrant une grande ressemblance avec la précédente, sauf qu'elle renferme des couches subordonnées d'une marne charbonneuse d'un noir assez intense, pouvant passer à un véritable lignite susceptible d'être exploité avec avantage. Ces couches de marne avec indices de combustible sont au nombre de cinq à six et n'ont pour la plupart que quelques décimètres ; elles sont séparées entre elles par des bancs de grès d'épaisseur variable. On y remarque beaucoup de coquilles fluviatiles, aplaties et brisées, as-

(1) Voyez la coupe détaillée n° 1, de Bollène à Piolenc.

sociées sur certains points à des coquilles marines parmi lesquelles on peut citer la *Gervillia Renauxiana* et le *Nautilus sublævigatus*. Cette zone de grès lignitifères ne paraît pas avoir plus de 30 à 35 mètres de puissance; elle est parfaitement indiquée à la surface du sol par les ouvertures de galeries et les déblais de schiste noir résultant de diverses exploitations. Immédiatement au-dessus, on observe le dernier groupe, composé de grès quartzeux qui ne diffèrent des précédents que par une proportion moindre d'oxyde de fer. Les premières couches sont pétries d'un grand nombre d'huitres brisées parmi lesquelles on distingue l'*Ostrea flabella*. Plus haut nous avons rencontré la *Turritella Renauxiana* et la *T. Requiéniana*; puis un grand nombre d'*Ostrea columba*, en général de petite dimension. A mesure que l'on s'élève, le carbonate de chaux qui sert de ciment au grès devient de plus en plus abondant. Les bancs qui couronnent la colline sont formés d'un calcaire compacte contenant à peine quelques grains de quartz. On peut estimer à 40 ou 45 mètres la puissance de ce dernier groupe; en l'ajoutant à celles des deux autres, on a environ 150 mètres pour tout le système de couches.

Le calcaire formant la partie la plus élevée du premier sous-étage plonge très-nettement vers le sud-est. Nous indiquerons plus tard son prolongement vers le nord-est; du côté opposé, il s'abaisse rapidement, et, après avoir supporté les ruines du vieux château de Mondragon, il disparaît sous les alluvions modernes, à la jonction de la grande route de Marseille avec le chemin qui mène à Vachères et à Lestang.

Deuxième
sous-étage.

En entrant dans le chemin de Vachères dont nous venons de parler, on voit très-clairement que le calcaire du château de Mondragon s'enfonce sous une assise de marne arénacée, blanchâtre, d'aspect crayeux, assez solide sur certains points pour être exploitée comme moellons ; elle offre à sa partie supérieure beaucoup d'*Ostrea conica* jeunes. A ces marnes blanches il en succède d'autres, ocreuses, friables, qui bientôt acquièrent de la consistance en alternant avec des grès quartzeux très-durs et des calcaires compactes jaunes, plus ou moins arénacés. Ces dernières roches finissent par devenir dominantes, et constituent le sommet d'une colline sur le revers méridional de laquelle est une ferme nommée la *Taulière*. On y trouve : *Corbula Goldfussiana*, *Lucina Campaniensis*, *Cardium guttiferum*, *Arca Matheroniana*, *Pecten Requienianus*, *Ostrea conica*. Le *Pecten Requienianus* est très-abondant. Ce système de grès et de calcaire compacte se termine du côté de l'ouest-sud-ouest par une colline escarpée de 70 à 80 mètres de hauteur, qui borde la grande route de Marseille. Vers l'est-nord-est, ce même groupe de couches se prolonge jusqu'aux environs d'Uchaux, en formant une petite chaîne continue dont font partie la hauteur de *Boncavail* et celle qui, un peu au sud du château de Maxillan et non loin du hameau de Hauteville, porte le nom de *Mont des-Coquilles*. Ces deux monticules sont extrêmement riches en restes organisés ; c'est de là que viennent presque tous les fossiles dits d'Uchaux, qui sont devenus communs dans les collections. Parmi les coquilles que nous avons nous-même recueillies sur les lieux, et qui doi-

vent être considérées comme étant les moins rares, nous citerons les suivantes : *Ammonites Bravaisianus*, *A. Prosperianus*; *Turritella Uchauxiana*, *T. Renauxiana*, *T. Verneuiliana*; *Eulima amphora*; *Acteonella levis*; *Natica subbulbiformis*, *N. lyrata*; *Rostellaria ornata*, *R. Requieniana*; *Voluta Requieniana*; *Cerithium peregrinosum*; *Arcopagia numismalis*; *Cyprina consobrina*; *Trigonia scabra*; *Cardium Requienianum*; *Pectunculus Requienianus*, *P. Renauxianus*; *Arca Matheroniana*; *Ostrea diluviana*, *O. acutirostris*; *Spondylus hystrix*; *Hippurites Requieniana*; *Radiolites Sauvagesii*. Outre ces restes de Mollusques, nous avons trouvé beaucoup de Polypiers, savoir : *Cyclolites discoidea*; *Placosmilia rudis*; *Trochosmilia compressa*; *Prionastrea lamellosissima*; *Astrocœnia reticulata*; *Phyllocœnia cribraria*, *P. Vallisclusæ*; *Astrea sulcato-lamellosa*; *Stephanocœnia formosa*; *Synastrea cistella*, *S. lamellistriata*; *Heterocœnia humilis*; *Meandrastrea pseudomeandrina*, *M. Requieni*; *Polytrema Blainvilliana*. Les fossiles que nous venons de nommer se rencontrent indifféremment dans les grès quartzeux ferrugineux et dans les calcaires jaunes compactes, qui constituent l'assise la plus élevée du second sous-étage. Quant aux marnes blanchâtres formant l'assise inférieure, on les observe aussi aux environs de Boncavail et de Hauteville, en se dirigeant vers le nord par la route qui conduit à Sommelongue. L'épaisseur totale de ces deux assises, qui sont à peu près d'égale puissance, est en moyenne d'au moins 150 mètres.

Nous avons dit que, près de Mondragon, le calcaire supérieur du deuxième sous-étage servait de base à une

Troisième
sous-étage.

ferme nommée la Taulière. Si, à partir de ce point, on continue à se diriger vers le sud-sud-est, on voit ce calcaire disparaître sous une longue série de grès et de sables en général ferrugineux, occupant le fond d'un valon spacieux qui, à l'ouest, aboutit à la grande route près du lieu appelé Saint-Loup, et qui est borné, au sud, par une nouvelle chaîne de collines. Celles-ci, beaucoup plus élevées que les hauteurs traversées jusque-là, supportent à leur extrémité occidentale un château ruiné nommé *Saint-Paul-de-Popé*, situé non loin de la grande route. Les grès et les strates sableux qui servent de base à ces collines sont en général à gros grains et d'une faible consistance; leur couleur extérieure est le gris noirâtre, ce qui est dû à une couche de lichens microscopiques; à l'intérieur, ils sont ocreux. On y remarque de petits cailloux de la grosseur d'une noix, formés d'un quartz presque hyalin tantôt blanc, tantôt d'une teinte tirant sur le rouge, le jaune ou le vert; ils ne ressemblent point à ceux que l'on rencontre dans les Alpes, et viennent probablement des terrains cristallisés de la chaîne des Cévennes. Ces grès grossiers sont suivis d'un autre groupe composé de sables plus fins, jaunes ou blancs, divisés par des veines minces et ondoyantes d'un sable de même nature, mais plus cohérent. Ces veines irrégulières, étant en relief à la surface du sol et présentant de nombreuses anastomoses, donnent au terrain un aspect singulier. Au-dessus, on voit un système épais de grès fins, plus régulièrement stratifiés, qui frappent de loin par une couleur rouge d'oxyde de fer visible malgré la végétation. Ce dernier groupe constitue le versant nord des collines

que l'on a en face de soi ; il est couronné par une assise de calcaire jaune, compacte, souvent arénacé, dont l'épaisseur moyenne paraît être de 15 à 20 mètres. C'est sur le prolongement de ce calcaire qu'a été bâti le château de Saint-Paul-de-Popé. Les grès auxquels il est supérieur et dont nous avons indiqué la succession depuis la Taulière, ont une puissance totale d'au moins 200 mètres. Nous n'avons pas rencontré de fossiles dans le calcaire ; mais les grès grossiers à surface d'un gris noirâtre, qui sont à la base de tout le système, en renferment sur quelques points. Nous y avons reconnu les espèces suivantes : *Turritella Requieriana* ; *Arca Matheroniana* ; *Trigonia scabra* ; *Caprina Aguilloni* ; *Hippurites Requieriana* ; *Radiolites Sauvagesii*, *R. Desmouliniana* (opercules) ; — *Synastrea cistella*. Les coquilles que l'on rencontre le plus communément sont les Rudistes, et principalement la *Caprina Aguilloni*.

L'assise calcaire de Saint-Paul-de-Popé, étant suivie du côté d'Uchaux, ne nous a pas offert une grande continuité ; on ne l'aperçoit pas au nord de Boncavail et du Mont-des Coquilles, mais elle devient apparente un peu plus à l'est, et nous pensons que c'est sur son prolongement qu'a été bâti l'ancien château d'Uchaux, dont les ruines portent aujourd'hui le nom de Castellasse.

Si, parvenu au sommet de la chaîne de Saint-Paul-de-Popé, on descend sur son revers méridional, on reconnaît sans peine que l'assise calcaire sur laquelle on se trouve plonge de tous côtés vers le sud, et qu'elle s'enfonce sous un nouveau système de grès quartzeux, plus ou moins durs, alternant avec des sables sans cohé-

Quatrième
sous-étage.

sion et des marnes sableuses. L'épaisseur des strates varie depuis quelques décimètres jusqu'à plusieurs mètres. Ce groupe arénacé, comparé à celui qui forme la base du troisième sous-étage, nous a paru être un peu moins puissant et avoir plus de consistance dans son ensemble; les caractères minéralogiques sont d'ailleurs à peu près les mêmes. Le vallon creusé dans son sein est profond, accidenté, et presque entièrement inculte; d'un côté il conduit à Mornas, et de l'autre à Uchaux. Au-dessus de ce système de grès, on observe une grande masse calcaire coupée à pic du côté du nord, ainsi qu'à son extrémité occidentale, qui supporte le vieux château Mornas. La hauteur de l'escarpement est de 40 à 50 mètres. En examinant ce calcaire de près, on voit qu'il est ordinairement pétri de grains de quartz, que sa texture est compacte ou sublamellaire, et sa couleur d'un jaune d'ocre plus ou moins clair. On y remarque souvent de petites oolithes ferrugineuses, et quelquefois des plaquettes miroitantes qui paraissent être des débris de crinoïdes. Ses bancs, coupés à pic du côté du nord, plongent vers le sud-sud-est sous un angle de 15 à 20 degrés; ils sont successivement recouverts par d'autres strates à peu près de même nature, qui, en s'ajoutant aux autres, finissent par composer un ensemble épais de 140 à 150 mètres. On peut attribuer à l'assise arénacée inférieure une épaisseur à peu près égale, ce qui porte à 300 mètres environ la puissance totale du sous-étage. Les fossiles sont rares dans les grès, mais on en rencontre fréquemment sur la pente méridionale de l'assise calcaire supérieure, notamment dans un ravin situé entre

les fermes de Valbonnet et du Colombier. Ces fossiles se rapportent aux espèces suivantes : *Nerinea Requieniana*, *N. Pailleteana*; *Terebratula biplicata*; *Hippurites organisans*, *H. sulcata*, *H. Toucasiana*; *Radiolites mamillaris*, *R. Desmouliniana*; *Caprotina Toucasiana*. L'assise qui renferme les coquilles que nous venons de nommer, en se prolongeant vers le sud-sud-est, ne tarde pas à disparaître sous une formation marine de sables et de marnes lignitifères que nous décrirons plus tard comme étant de la craie supérieure; mais, entre cette formation et la grande route, il existe une plaine assez étendue où, par l'effet d'une dénudation, le calcaire à *Hippurites* est presque partout à découvert. La proximité de la grande route et le voisinage des mines de lignite ont fait établir dans tout cet espace un grand nombre de fours à chaux. Les excavations faites dans le sol pour l'extraction de la pierre montrent que les couches, qui étaient très-inclinées à Mornas, sont ici presque horizontales. On peut les suivre sans peine jusque tout près de Piolenc, où elles s'enfoncent sous un dépôt d'alluvions modernes de quelques centaines de mètres de largeur; mais elles reparaissent bientôt au delà, et, se relevant brusquement vers le sud, elles constituent la colline au pied de laquelle le village est bâti. Le calcaire de cette colline et celui de Mornas, exploité pour la chaux, sont en effet identiques sous tous les rapports. Leur direction est la même; seulement ils plongent en sens contraire, en sorte que, malgré l'interruption produite par les alluvions récentes, il paraît certain que l'un est le prolongement rigoureux de l'autre. Les couches à *Hippurites* qui couronnent le grès

vert supérieur forment donc ici un berceau qui a donné naissance au petit bassin où s'est déposée la formation lignitifère de Piolenc. L'assise de Mornas, qui supporte, comme nous l'avons dit, les ruines de l'ancien château, et sur la crête de laquelle on avait placé autrefois un télégraphe aérien, s'étend au loin du côté de l'est, à peu près parallèlement aux chaînes de collines déjà mentionnées. On peut la rattacher sans solution de continuité au grand plateau de même nature, et presque partout couvert de bois, qui s'élève entre Sérignan, Uchaux et la Garde-Paréol. On a profité d'un col ouvert dans cette chaîne, entre les Vincenty et la Galle, pour y faire passer la route d'Orange à Uchaux. Le calcaire de Piolenc a beaucoup moins de continuité : après s'être prolongé vers le sud-est sur une longueur d'environ 4 kilomètres, il disparaît complètement sous des terrains de transport quaternaires.

Coupe
de Mondragon
à Bollène.

Nous allons maintenant revenir à Mondragon, notre point de départ, et nous diriger du côté de Bollène.

Nous avons vu que le calcaire par lequel se termine le sous-étage de Mondragon s'abaissait vers le sud-ouest, et qu'après avoir supporté les ruines de l'ancien château du village, il disparaissait sous le terrain alluvien. Suivi du côté opposé, ce même calcaire forme une crête continue sur laquelle on peut marcher constamment, si l'on veut s'en donner la peine, jusqu'à ce que l'on soit parvenu au delà d'une grange nommée *Massane*, située sur la hauteur, à peu près au quart de la distance qui sépare Mondragon de Bollène. Au nord de cette grange, l'assise calcaire prend une inclinaison très-forte vers le

nord-nord-ouest, et s'enfonce sous un groupe de marnes arénacées blanches, identiques avec celles que nous avons signalées au sud-est de Mondragon. A ces marnes blanches succède un groupe de grès ferrugineux à grains moyens, offrant en général de la consistance. Ils plongent aussi sous un angle considérable vers la région nord, et leurs tranches, en se relevant, forment une arête saillante qui borne au sud le vallon de Saint-Yriex et continue de là vers l'est-nord-est. Le système de grès superposés à des marnes blanches, que nous venons d'indiquer entre Massane et Saint-Yriex, nous a paru correspondre exactement, par ses caractères minéralogiques et sa position stratigraphique, au deuxième sous-étage du grès vert supérieur. Cela devient tout à fait évident lorsqu'on suit ce système du côté de l'est : car, après avoir servi de base à la ferme de Lestang, il va former la colline de *Sommelougue*, où l'on retrouve la plupart des coquilles et des Polypiers de Maxillan et de Boncavail. Cette colline, située au sud-ouest du petit bassin de Noyère, offre à sa base sud des marnes blanches comme celles des environs de Massane, et à sa partie supérieure un alternat de grès ferrugineux et de calcaire arénacé. Le tout est fortement incliné vers la région nord ; quelquefois les couches sont verticales, ou même renversées. Parmi les fossiles qui sont abondants dans cette localité, nous citerons les suivants : *Nautilus sublevigatus* ; *Ammonites Requienianus* ; *Turritella Renauxiana*, *T. Uchauxiana*, *T. Verneuillana* ; *Eulima amphora* ; *Rostellaria ornata* ; *Acteonella levis* ; *Cyprina consobrina* ; *Tri-*

gonia scabra; *Cardium Requienianum*; *Arca Matheroniana*; *Ostrea diluviana*, *O. conica*; *Spondylus hystrix*; *Terebratula biplicata*; *Radiolites Sauvagesii*. L'*Ostrea conica* et la *Terebratula biplicata* se trouvent à la base du groupe.

Les couches composant l'arête saillante, qui s'étend depuis les environs de Saint-Yriex jusqu'à Sommelongue, servent d'appui à une masse extrêmement puissante de grès grossiers et de sables quartzeux, tantôt blanchâtres, tantôt ocreux, souvent incohérents, dans le sein desquels ont été creusés les vallons de Saint-Yriex et de Noyère. Entre ces deux localités il existe un espace où il n'y a pas de couches tertiaires et où l'on peut bien observer le système sableux dont nous parlons. Il est composé de strates extrêmement tourmentés, presque verticaux, offrant quelquefois à de faibles distances des inclinaisons en sens contraire. Cependant, en les considérant dans leur ensemble, on voit qu'ils plongent vers le nord, et que sur le versant septentrional du vallon ils forment la base d'un plateau qui, de là, s'étend jusqu'à Bollène. Entre Noyère et Sommelongue, le même groupe arénacé acquiert une puissance énorme; il constitue une chaîne de collines très-élevées, dont fait partie une hauteur entièrement composée de sables ocreux, incohérents et complètement nus. Cette colline, d'un jaune pâle, semble dorée en tout temps par les rayons du soleil et s'aperçoit à plusieurs lieues à la ronde. A Noyère, les couches de grès, formant les bords du bassin où se sont déposées les argiles tertiaires, plongent en général

sous ces argiles et paraissent se rejoindre souterrainement : il y aurait par conséquent en cet endroit un repli des strates sableux.

Le plateau au pied duquel est bâti Bollène, et que l'on traverse en se dirigeant en ligne droite de Saint-Yriex ou de Noyère vers cette ville, est composé, sur son bord méridional, de grès quartzeux, qui, ainsi que nous venons de le dire, forment la partie supérieure du groupe arénacé précédent. En continuant à marcher vers le nord, on voit que ces grès sont bientôt recouverts par des bancs peu épais d'un calcaire grisâtre, pétri de grains de quartz dont la grosseur et la proportion sont extrêmement variables ; sa stratification est horizontale ou plonge légèrement vers le nord-nord-ouest. On y trouve peu de fossiles, et ceux que l'on aperçoit, étant brisés en petits fragments, sont le plus souvent méconnaissables ; nous n'avons pu y distinguer que la *Turritella Verneuilana* et l'*Ostrea diluviana*. Nous rapportons au troisième sous-étage ce calcaire arénacé, ainsi que le puissant système de grès et de sables qui lui sert de base. Comme, malgré des recherches suivies, nous n'avons pu découvrir sur le plateau, ni aux environs, aucune trace de Rudistes, et qu'on n'en a jamais signalé, nous sommes resté convaincu que le calcaire à Hippurites manquait ici complètement. Dans la plaine, près de Bollène, le sol est formé d'alluvions récentes ou de dépôts quaternaires ; plus au nord, dans le voisinage de Saint-Paul-Trois-Châteaux, on ne rencontre que le grès vert inférieur.

Nous venons de faire observer que le calcaire à Hippurites manquait tout à fait aux environs de Bollène, en

Remarques.

sorte que la série des couches du grès vert supérieur, qui est complète en allant de Mondragon à Mornas et à Piolenc, ne l'est plus quand on se dirige du côté opposé. Il nous paraît peu vraisemblable qu'une assise aussi dure et aussi puissante que celle qui termine ce grès vert ait été détruite en totalité par des érosions. Nous croyons plutôt qu'après le dépôt des trois premiers sous-étages, il y a eu un abaissement dans le niveau des eaux marines, qui se sont retirées vers le sud, d'où il est résulté une interruption du dépôt du côté de Bollène. S'il en a été ainsi, il faudrait adopter pour le grès vert supérieur deux grandes divisions : l'une, inférieure, et principalement arénacée, comprendrait les premières assises du terrain ; l'autre, en grande partie calcaire, se composerait des couches à Hippurites. La liaison paléontologique qui existe entre les diverses parties de la division inférieure viendrait à l'appui de cette opinion.

En comparant le grès vert supérieur à l'inférieur dans la Provence, on trouve entre eux des différences profondes sous le rapport des fossiles. Les Céphalopodes et les Échinodermes, peu nombreux dans le premier, sont au contraire abondants dans le second ; en outre, après l'*Ostrea columba*, espèce robuste qui paraît se rencontrer à des niveaux géologiques très-différents, c'est à peine si l'on pourrait citer deux ou trois coquilles cénomaniennes dans le grès vert supérieur, et elles y sont rares. Nous ajouterons que les couches d'eau douce à lignite, placées entre les deux étages dans un grand nombre de lieux, indiquent que l'un a été séparé de l'autre par une émergence au moins momentanée du sol.

§ IV. Craie supérieure.

Les marnes sableuses et lignitifères des environs de Piolenc nous ont paru appartenir à un étage crétacé particulier, plus récent que tous les autres et correspondant probablement à la craie supérieure du bassin de Paris. Il est d'abord certain que ces marnes reposent sur le calcaire à Hippurites de Mornas. Cette superposition est positive près de Valbonnet; on peut ensuite la constater plus au sud sur de grandes longueurs. Partout le calcaire exploité pour la fabrication de la chaux le long de la grande route va s'enfoncer sous la formation marno-sableuse qui renferme les mines de combustible. Celle-ci n'est pas lacustre : A. d'Orbigny y cite le *Cerithium Renauxianum* (1), et nous y avons recueilli nous-même des coquilles marines, malheureusement trop peu entières pour être déterminées spécifiquement. On ne peut donc l'assimiler à aucun des terrains d'eau douce tertiaires qui seront décrits plus tard; elle en diffère d'ailleurs par beaucoup d'autres caractères. Enfin, on a vu plus haut que cette formation s'était déposée dans un repli du calcaire à Hippurites; ce qui annonce qu'entre les deux étages il s'est produit des dislocations à la surface du sol. D'après ces raisons tirées du gisement, et malgré l'absence des coquilles dites caractéristiques de la craie blanche, nous admettrons comme vraisemblable le pa-

Age des lignites
de Piolenc.

(1) *Prodrome de paléontologie*, t. 2, p. 230.

rallélisme des grès à lignite de Piolenc avec la craie des environs de Paris. Nous ajouterons que d'autres formations alpines, quelquefois très-différentes de ces grès, mais ayant la même position stratigraphique, paraissent également représenter la craie supérieure. Nous en citerons bientôt des exemples.

Situation ;
constitution
géologique.

Le terrain à lignite de Piolenc est situé à 1,500 mètres nord-est du village. Il constitue une colline de 60 à 70 mètres de hauteur, divisée en deux parties inégales par un ravin profond, creusé dans la direction du nord au sud. La partie occidentale, qui a le plus grand périmètre; porte le nom de Saint-Fons, et l'autre celui de Bouqueyran. En voyant ces deux monticules isolés dans la plaine et terminés de tous côtés par des escarpements de roches friables, on n'hésite pas à les regarder comme les restes d'un terrain beaucoup plus étendu, qui occupait autrefois tout l'espace compris entre les sommités formées par le calcaire à Hippurites. Son érosion a dû s'effectuer très-facilement, puisqu'il est composé de sables, de grès et de marnes d'une faible consistance. La colline de Piolenc, abstraction faite du ravin qui la divise, présente à son sommet un petit plateau ayant pour base un banc de mollasse plus résistant que les roches inférieures. Ce banc et les couches auxquelles il est superposé ont une inclinaison légère, mais cependant visible, vers le sud-sud-est. Une coupe du terrain faite à son extrémité occidentale, en face de la station du chemin de fer, nous a donné la série suivante, en allant de bas en haut :

1° Des grès quartzeux friables, ocreux, renfermant

des rognons et des plaquettes de fer hydroxydé sableux.

Épaisseur : 10 mètres.

2° Des marnes schisteuses d'un gris noirâtre, avec indices de lignite, contenant également des veines et de petits amas de fer hydroxydé jaune. Épaisseur : 4 mètres.

3° Un système de grès fins gris, semblable à de la molasse sablonneuse et d'un gris bleuâtre. La puissance des couches est variable ; celle de l'ensemble est de 8 à 9 mètres. L'oxyde de fer s'y trouve, comme dans les groupes précédents, en rognons et en veines minces plus ou moins suivies.

4° Un groupe de grès fortement ferrugineux communiquant à la surface du sol une teinte rouge très-prononcée. Il renferme quelques bancs subordonnés de marne d'un gris tirant sur le noir ; son épaisseur totale est de 10 mètres.

5° Une couche de lignite exploitable, épaisse de 0^m.60. On l'appelle *mine basse*.

6° Des grès quartzeux fins, solides, ferrugineux dans leur partie supérieure, pouvant avoir 3 à 4 mètres de puissance.

7° Une couche d'un schiste argileux très-charbonneux, passant au lignite ; elle correspond à l'exploitation dite *mine haute*. Épaisseur : 1^m.50.

8° Une série de grès très-ferrugineux, avec marnes noires subordonnées. Épaisseur : 8 mètres.

9° Des grès quartzeux remarquables par leur couleur blanche, assez solides pour former un escarpement de 3 à 4 mètres.

10° Une nouvelle série de grès ferrugineux, sembla-

bles à ceux du n° 8 et pouvant avoir 15 à 20 mètres de puissance.

11° Enfin des bancs de mollasse avec débris de coquilles marines présentant une épaisseur totale de 2 à 3 mètres.

En marchant vers l'est, on arrive bientôt au quartier de Bouqueyran, où, par suite de l'inclinaison des couches, la coupe du terrain est moins complète que la précédente. Les deux gîtes de combustible, qui à Saint-Fons occupent une position élevée dans la série des couches, sont ici à la base de la colline, presque au fond du ravin. Tout autour des deux monticules, on aperçoit jusqu'à une certaine distance des dépôts peu considérables de sables et de grès ferrugineux, restes du terrain que la dénudation n'a pas fait complètement disparaître. Les coquilles y sont très-extrêmement rares; nous en avons aperçu seulement des vestiges dans les déblais d'une ancienne galerie ouverte sur le versant nord-est de la colline de Saint-Fons.

En résumé, le terrain lignitifère de Piolenc est composé d'une série de grès quartzeux plus ou moins friables, en général ferrugineux, à ciment argileux ou argilo-calcaire, renfermant des couches subordonnées peu épaisses d'une marne noire charbonneuse, dont deux sont assez riches en combustible pour être exploitées avec avantage.

Autres exemples
de la craie supérieure
dans les Alpes.

Le terrain que nous venons de décrire est le seul (1) dans le département de Vaucluse qui nous ait paru devoir

(1) Alcide d'Orbigny, en se fondant sur la présence de quelques co-

être rapporté à la craie supérieure ; mais il en est d'autres dans la Provence et le Dauphiné auxquels la même classification est applicable. M. Matheron, qui avait d'abord placé les couches marno-ligneuses de la Cadière et du Plan d'Aups (Var) au même niveau géologique que les lignites de Mondragon, a reconnu plus tard qu'elles étaient au-dessus de la craie à Hippurites (1). Il y aurait donc entre les couches de ces deux localités et celles de Piolenc une grande analogie, résultant de la même position stratigraphique et des mêmes caractères minéralogiques. Nous les croyons rigoureusement contemporaines. On sait qu'Alcide d'Orbigny a signalé dans ses ouvrages divers dépôts crétacés de la Provence comme appartenant à son étage sénonien. Il a mentionné principalement ceux de Fontdouille, du plan d'Aups, de la Cadière, du Beausset, de Mazaugues, et une partie de ceux des Martigues (2). Nous avons, de notre côté, étudié,

quelles qu'il croyait être exclusivement sénoniennes, a rapporté les lignites de Mondragon à la partie la plus élevée de la craie provençale (*Cours de paléontologie et de géologie*, t. 2, p. 670). Il y a dans cette classification une erreur stratigraphique évidente. Les lignites de Mondragon sont certainement à la base de l'étage turonien ou grès vert supérieur.

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 1847, t. 4, p. 268.

(2) La faune de ces divers dépôts crétacés n'est pas encore complètement connue, ni surtout bien caractérisée. Plusieurs des espèces qui la composent se montrent en effet à des niveaux géologiques inférieurs. Nous citerons comme exemple les fossiles suivants : *Turritella Renauxiana*, *T. Coquandiana*; *Voluta Renauxiana*, *Panopæa cretacea*, *Venus plana*, *Corbis corrugata*, *Gervillia Renauxiana*; *Ostrea acutirostris*, *O. Matheroniana*. Cette dernière coquille descend jusque dans le cénomaniens. D'après M. Matheron, la *Panopæa cretacea* existe dans

dans le département de l'Isère et en Savoie, une formation puissante, très-différente, sous le rapport des roches et des fossiles, des terrains de Piolenc et des autres localités que nous venons de nommer, mais qui paraît néanmoins représenter, comme eux, la craie supérieure. Elle est composée, à sa base, de couches marneuses avec *Belemnitella mucronata*, *Ananchytes ovata*, et autres coquilles de la craie blanche, et, à sa partie la plus élevée, d'un calcaire blanc à Rudistes, semblable au calcaire urgonien par ses caractères minéralogiques et paléontologiques, mais en différant totalement par son gisement. Ce système de couches est en effet supérieur aux groupes des deux grès verts; cette superposition a été constatée sur une longueur de plusieurs myriamètres. Ne pouvant entrer ici dans des détails plus étendus, nous renvoyons au mémoire que nous avons publié sur cette formation (1).

Depuis longtemps M. Elie de Beaumont a exprimé l'opinion que le terrain nummulitique remplaçait la craie blanche dans le Dauphiné et les contrées environnantes. Cette classification, d'abord généralement admise, puis rejetée par beaucoup de géologues comme contraire aux lois paléontologiques, nous paraît aujourd'hui devoir être prise en sérieuse considération, au moins pour *certaines dépôts à Nummulites*. En voici les raisons. Plus on étudie les Alpes et plus on reconnaît que dans cette région ex-

les marnes à *Ancyloceras* d'Allauch, et la *Corbis corrugata* (*Cardium Galloprovinciale*, Math.) a été trouvée dans le terrain néocomien d'Orgon.

(1) *Annales des mines*, année 1860, t. 18, p. 17.

ceptionnelle deux faunes très-différentes peuvent se trouver au même niveau géologique, *même à de petites distances*. Cela est d'autant plus admissible, en ce qui concerne la faune nummulitique et celle de la craie supérieure, qu'étant consécutives dans l'échelle générale des terrains, il faut nécessairement supposer qu'elles ont été contemporaines quelque part, à moins d'adopter l'hypothèse si invraisemblable d'un renouvellement complet des êtres organisés dans le passage d'une époque géologique à l'autre. Nous ajouterons que des faits positifs viennent à l'appui de cette manière de voir. Nous citerons particulièrement les observations de M. Favre dans la vallée du *Reposoir*, en Savoie, où des couches à Nummulites sont recouvertes par d'autres à Belemnites, sans que rien n'indique qu'il y ait eu sur ce point un renversement dans la stratification (*Archives des sciences physiques et naturelles* de Genève, année 1849, tome 11, page 114).

En résumé, il existe dans la Provence, le Dauphiné et d'autres parties des Alpes, des terrains variés que leur position stratigraphique tend à faire considérer comme parallèles à la craie blanche, et qui, cependant, sous le rapport de *l'ensemble des fossiles*, n'ont aucune ressemblance ni entre eux, ni avec la craie supérieure du bassin de Paris. Une étude spéciale de ces divers dépôts, faite avec soin et en dehors de tout préjugé paléontologique, serait d'une grande importance pour l'avancement de la géologie.

CHAPITRE IV.

TERRAINS TERTIAIRES.

En donnant dans la première partie de cet ouvrage un aperçu de la constitution géologique du département, nous avons annoncé l'existence de quatre terrains tertiaires distincts, qui sont, à partir du plus ancien : 1° les *sables quartzeux* et les *argiles plastiques*, 2° le *terrain lacustre à gypse* ou *sextien*, 3° la *mollasse*, 4° le *terrain lacustre supérieur*. Cette indication a été accompagnée de quelques détails sur leur composition minéralogique et leur distribution géographique, ainsi que sur leur correspondance d'âge avec d'autres dépôts tertiaires (1). Nous croyons inutile de revenir sur ces notions préliminaires, et nous allons commencer immédiatement la description de chaque terrain.

§ I. *Sables quartzeux et argiles plastiques.*

Généralités. Il y a plus de vingt-cinq ans qu'en étudiant les couches tertiaires, alors fort peu connues, du département de la Drôme, nous fûmes frappé de l'indépendance com-

(1) Voyez plus haut, page 50.

plète et des caractères particuliers d'une formation lacustre plus ancienne que toutes les autres. Nous l'avons décrite à cette époque, en l'appelant *premier terrain d'eau douce* (1), nom auquel nous substituons maintenant celui de *sables quartzeux et argiles plastiques*, ou plus brièvement, de *sables argilo-siliceux*. En publiant, en 1840, une description géologique du département des Basses-Alpes, nous avons persisté dans la distinction de ces sables et argiles, et nous les avons placés dans l'étage éocène. Depuis lors de nouvelles observations nous ont encore confirmé dans cette manière de voir. Cependant, comme le terrain que nous avons signalé était inconnu hors du Dauphiné, son isolement pouvait faire naître des doutes sur la réalité de son existence comme groupe tertiaire distinct. Nous croyons qu'aujourd'hui cette difficulté a été levée. Il y a en effet la plus grande ressemblance entre notre étage des *sables quartzeux et argiles plastiques* et une formation qui a été décrite dans les Alpes et le Jura sous le nom de *terrain sidérolithique*. Les dépôts ainsi désignés avaient d'abord été rapportés à la période secondaire, tantôt à la craie, tantôt aux couches jurassiques; depuis quelques années seulement, on a jugé avec raison qu'ils appartenaient au commencement de la période tertiaire. On doit les identifier avec les sables quartzeux et les argiles plastiques du Dauphiné et de la Provence, pour les raisons suivantes : 1° leur mode de formation a été le même, les uns et

(1) *Statistique minéralogique du département de la Drôme*, p. 118.

les autres étant d'origine éruptive ou *geysérienne* (1); 2° ils se ressemblent par deux caractères minéralogiques que l'on retrouve partout, malgré de grandes variations dans les détails, savoir : l'abondance du fer et surtout de la silice, la rareté ou souvent même l'absence complète du carbonate de chaux; 3° ils sont tertiaires et ont la même position géologique, les uns et les autres étant inférieurs aux calcaires d'eau douce, sur lesquels la mollasse est souvent superposée. La réalité de ces ressemblances ne ressort pas seulement de la description qui a été faite des divers dépôts sidérolithiques; nous l'avons constatée par l'observation directe de quelques-uns d'entre eux.

Un autre rapprochement qui nous paraît également fondé est celui de ce même terrain avec l'argile plastique

(1) Dans notre *Statistique minéralogique de la Drôme*, publiée en 1835, nous nous exprimions ainsi (p. 120) en parlant de l'origine des sables argilo-siliceux : « Le peu d'étendue de ces sables argileux, qui « ne couvrent en quelque sorte que des points en comparaison des « autres terrains; leur variation de niveau; leur pureté extraordinaire; « la difficulté de concevoir qu'ils aient pu être amenés de loin, lorsqu'ils occupent le fond de vallées étroites, fermées de tous côtés par « de hautes montagnes calcaires; enfin leur pénétration dans le « rain de la craie, dont ils semblent quelquefois n'être qu'une continuation, m'ont souvent ramené à cette idée qu'ils étaient sortis du « sein de la terre à l'endroit même ou près de l'endroit où on les observe aujourd'hui. Les sources siliceuses qui les ont amenés à la « surface du sol ont pu, dans quelques cas, être chargées de carbonate de chaux et les recouvrir de couches de cette matière, ce qui « expliquerait naturellement la présence du calcaire lacustre pénétré « de silice qui constitue la seconde assise. »

des environs de Paris. En effet, les sables argilo-siliceux des Alpes, étant plus anciens que le terrain sextien et en paraissant tout à fait indépendants, doivent être rattachés aux premières époques de la période tertiaire. D'un autre côté, l'origine geysérienne de l'argile plastique dans le bassin de Paris a été soutenue par plusieurs géologues, qui ont donné de bonnes raisons à l'appui de leur opinion. Il y aurait donc pour les deux terrains identité dans la manière dont ils ont été formés, et de plus un niveau géologique semblable. Nous ajouterons que, les calcaires sextiens n'étant autre chose que la partie supérieure de la série des couches lignitifères des Bouches-du-Rhône, série à laquelle ils sont étroitement liés, et étant au contraire indépendants des sables argilo-siliceux, il est vraisemblable que ceux-ci constituent les dépôts tertiaires les plus anciens de la Provence. Nous faisons ici abstraction de la formation nummulitique, sur la classification de laquelle il y a encore des dissidences.

Les sables quartzeux et les argiles plastiques ont été en général confondus dans le Dauphiné et la Provence avec la partie inférieure du terrain sextien, à laquelle ils ressemblent en effet par leur composition arénacée et leur teinte d'un rouge vif mêlé de blanc. Mais, en examinant de près les deux dépôts, on observe entre eux des différences minéralogiques constantes. Nulle part le terrain sextien ne renferme de l'argile réfractaire en bancs assez suivis et assez purs pour être l'objet d'une exploitation. La plupart des carrières de cette substance dans le sud-est de la France appartiennent au contraire

à la formation des sables argilo-siliceux. De même on n'a jamais trouvé du minerai de fer exploitable dans les marnes du véritable terrain à gypse. Les rapports stratigraphiques sont surtout décisifs. Lorsqu'on peut apercevoir nettement la ligne de contact des sables argilo-siliceux et des marnes sextiennes, elle paraît profondément sinueuse. On reconnaît avec évidence que la première formation avait été déposée depuis longtemps et avait subi des érosions lorsqu'elle a été recouverte par la seconde. Nous en citerons dans la suite plusieurs exemples.

Composition
et
gisement.

Lorsque le terrain des sables argilo-siliceux est bien développé, il présente ordinairement deux assises distinctes quoique intimement liées entre elles. L'inférieure est essentiellement composée de sables et de grès quartzeux purs ou presque purs, montrant souvent des parties d'un blanc éclatant à côté d'autres du rouge le plus vif; à ces sables sont associées des argiles réfractaires de couleurs diverses, quelquefois noires et pyriteuses, avec veines de lignite subordonnées. La seconde assise est formée de grès quartzeux grossiers, contenant ordinairement une assez forte proportion d'oxyde de fer pour constituer un véritable minerai; ces grès sont remplacés quelquefois par une brèche très-dure à ciment argilo-ferro-rugineux et à débris de silex, ou, plus rarement, par un calcaire lacustre pétri également de silex et de grains de quartz. Dans un grand nombre de lieux, l'assise supérieure manque ou n'existe qu'à l'état rudimentaire; il ne reste alors que les sables quartzeux bigarrés et les argiles plastiques. En général, ces sables argilo-siliceux sont peu étendus et d'une faible puissance, mais remar-

quables par une indépendance complète de tous les autres dépôts tertiaires. On les observe souvent isolés et à des niveaux très-variables, soit dans la plaine, soit au milieu des montagnes où ils reposent, indifféremment sur des terrains de nature très-diverse, en offrant quelquefois avec eux une liaison intime. Ainsi, lorsqu'ils recouvrent des calcaires compactes, on les voit s'insérer dans leurs cavités et leurs moindres fissures, au point de leur paraître subordonnés. Cette liaison s'explique par l'origine éruptive de ces sables, que tout annonce avoir été amenés au jour par des sources abondantes chargées de matière minérales, les unes en dissolution, les autres entraînées mécaniquement.

On trouve quelquefois dans les sables argilo-siliceux des fossiles marins roulés et brisés, provenant des roches sous-jacentes ; mais les coquilles d'eau douce propres à la formation sont rares : nous n'en avons jamais rencontré dans le département de Vaucluse.

On observe dans divers lieux du département, notamment à Lagnes, à Gordes, à Cavaillon, et sur le versant méridional du Ventoux près de Bedoin, des gîtes de minerai de fer et de sables siliceux qui sont situés à l'intérieur des cavités dont le terrain néocomien est souvent rempli. Ces dépôts nous ont paru rigoureusement contemporains des sables quartzeux et des argiles plastiques superficiels ; leurs caractères principaux sont les mêmes, et leur différence de gisement est susceptible d'une explication naturelle. Les premiers se trouvent sur les lieux mêmes et dans les cavités d'où sont sorties les sources minérales qui les ont produits, tandis que les

seconds ont été entraînés plus loin et se sont déposés à une distance plus ou moins considérable de leurs points d'émergence. Des variations dans le volume et la vitesse des eaux jaillissantes, dans leur degré de saturation et dans la proportion relative des matières tenues en suspension et en dissolution, ont été sans doute la cause de cette diversité des gisements. Le minerai de fer des cavités adhère immédiatement à leurs parois calcaires, ou bien il est encaissé dans des sables rougeâtres incohérents ; son exploitation est alors très-facile. Lorsque les fentes sont étroites, il les remplit complètement en offrant des ramifications plus ou moins étendues et des renflements irréguliers. Le calcaire environnant est souvent bréchiforme, dolomitique, imprégné de silice déposée chimiquement, de sable quartzeux et d'oxyde de fer. La nature du minerai est assez constante. C'est un hydrate plus ou moins compacte, mêlé d'argile, de sable et de carbonate de chaux, en proportions variables. Le carbonate de chaux s'y trouve en quantité notable lorsque les fentes du calcaire sont étroites. Sa gangue est au contraire très-quartzeuse lorsqu'il est encaissé dans des sables siliceux. Il présente dans certains cas tous les caractères d'une hématite brune, de couleur terne, à cassure fibreuse et à surface mamelonnée.

Sans nous arrêter davantage à ces gîtes ferrugineux, sur lesquels nous reviendrons d'ailleurs dans notre notice sur les mines du département, nous allons décrire les dépôts superficiels des sables quartzeux et des argiles plastiques, qui sont plus importants par leur étendue et d'une observation plus facile que ceux des cavités.

Le terrain des sables quartzeux et des argiles plastiques est bien caractérisé dans l'arrondissement d'Apt, où il repose en général sur le grès vert inférieur. Son étude est particulièrement intéressante aux environs de Gignac et de Rustrel, à cause de sa richesse ferrifère. En face de Gignac, de l'autre côté de la rivière de la Doua, on voit une grande épaisseur de sables quartzeux fins, blancs et rouges, qui recouvrent en stratification concordante les marnes aptiennes et sont surmontés par des bancs de grès plus ou moins ferrugineux, épais de plusieurs mètres. Cette formation suivie vers l'ouest-sud-ouest, le long de la Doua, se développe en largeur et en puissance. Sur la commune de Rustrel, près de Notre-Dame-des-Anges, on observe la coupe suivante :

Environs
de Gignac
et
de Rustrel.

1° Sables rouges avec mica et nodules ferrugineux. Épaisseur : 4 mètres environ.

2° Sables jaunes renfermant des concrétions ferrugineuses. Épaisseur : 3 mètres.

3° Sables plus ou moins friables, en partie rouges et en partie blancs, ayant une épaisseur de 5 à 6 mètres.

4° Grès extrêmement ferrugineux. Leur puissance, d'abord faible, va en augmentant lorsqu'on marche vers le sud ; elle peut être évaluée moyennement à 2 mètres.

Ces derniers grès, à raison de la proportion considérable de fer qu'ils renferment, ont été exploités à diverses époques comme minerais. Aujourd'hui encore ils alimentent à Rustrel deux usines composées chacune de deux hauts-fourneaux ; on en transporte même hors du département. La richesse de ces grès considérés dans leur ensemble est extrêmement variable, puisque à côté de

parties composées d'oxyde presque pur, on en observe d'autres qui sont à peine colorées en rouge. Le minéral, lorsqu'il a été trié, a une teneur en fer métallique très-considérable, qui varie de 46 à 48 pour 100. La couche ferrifère exploitée au quartier de Notre-Dame-des-Anges couvre une superficie de près de neuf hectares. On a reconnu son existence sur d'autres points de la commune, notamment à Collobrières, où elle est divisée en trois ou quatre bancs de 1 mètre à 1^m.50 d'épaisseur séparés par des couches de sable. Elle se montre aussi à Gignac, du côté de Bariès, ainsi que sur la commune de Villars, au sommet d'un coteau qui s'élève à l'ouest de la route d'Apt à Rustrel. Les richesses du pays en minéral de fer sont donc en quelque sorte inépuisables.

Sur la rive gauche de la Doua, les sables et les grès ferrugineux que nous venons de décrire s'enfoncent sous des marnes rouges et des sables verdâtres formant la base du terrain à gypse. Lorsque la ligne de jonction est apparente, on voit que les grès avant d'être recouverts avaient éprouvé une dénudation, et que c'est contre leur surface coupée en biseau que s'appuient les premières couches sextiennes. La stratification est donc complètement discordante.

Apt
et
Gargas.

Au sud de Villars, le terrain des sables argilo-siliceux forme une bande peu large intercalée entre le grès vert inférieur et les marnes rouges sextiennes. On peut la suivre jusqu'aux portes même d'Apt, où elle présente des bancs d'argiles, grises ou jaunâtres, exploitées pour le service des nombreuses fabriques de poteries réfractaires de la ville. L'analyse suivante de l'une de ces ar-

giles, formant la base de la pâte généralement employée, donnera une idée de leur composition :

Eau.	0.070
Silice.	0.765
Alumine	0.165
	<hr/>
TOTAL.	1.000

Près d'Apt, ces argiles associées à des sables reposent immédiatement sur le néocomien supérieur ; on les observe aussi sur la rive gauche du Caulon, qu'elles bordent d'une manière continue jusqu'aux environs de Notre-Dame-des-Lumières.

A Gargas, la colline située au sud du village présente une coupe identique avec celle que nous avons indiquée à Rustrel. On observe immédiatement au-dessus des marnes aptiennes une épaisseur de 7 à 8 mètres de sables argilo-siliceux, rouges et blancs, auxquels succèdent des bancs d'un grès ferrugineux passant à un véritable minerai de fer.

Le même terrain occupe une grande partie de l'espace compris entre Gargas, Saint-Pantaléon et la route d'Apt à Avignon. On n'y voit partout que sables quartzeux, rouges, jaunes et blancs, profondément ravinés par les eaux pluviales et quelquefois taillés en forme de pyramide. Le village de Roussillon, dont le nom indique assez la couleur du sol, est bâti sur une colline entièrement composée de ces sables, plus ou moins fortement agglutinés. On y a établi deux fabriques, l'une d'ocre rouge et l'autre d'ocre jaune. Il en existe d'autres aux environs, et l'on pourrait en créer indéfiniment, car tout

Environs
de
Roussillon

le pays n'est à proprement parler qu'une vaste carrière d'ocre. On en fait au reste un commerce considérable, puisqu'on en exporte pour l'Italie, l'Angleterre et d'autres contrées. Les sables de Roussillon sont associés, comme ceux de Rustrel, à des grès ferrugineux et à du minerai, dont on voit beaucoup de fragments épars. On y trouve aussi des quartzites et des grès lustrés.

De Méthamis
à Bedoin.

Les sables argilo-siliceux disparaissent, en même temps que les marnes aptiennes, entre Gordes et Méthamis; mais on les retrouve au nord-ouest de ce dernier village, au pied de la colline de Blauvac, et on peut les suivre de là sans interruption jusqu'aux environs de la Madeleine, commune de Bedoin. Sur toute cette étendue, ils sont constamment intercalés entre le grès vert inférieur et le terrain sextien.

Au sud de Mormoiron, au quartier de Canadel, les sables sont associés à des argiles noires fortement pyriteuses, qui ont été exploitées autrefois pour la fabrication du sulfate de fer. On les exposait en tas à l'air libre, pour les faire effleurir; elles étaient ensuite soumises à la lixiviation. A l'ouest du village, ces mêmes sables sont recouverts par une couche de 0^m.20 à 0^m.25 d'épaisseur d'un minerai aussi riche que celui de Rustrel, mais trop peu épais pour être exploité avec avantage.

Près de Bedoin, au quartier de la Bronte, les argiles plastiques renferment deux veines de lignite de quelques décimètres d'épaisseur, séparées par un banc argileux. Ce gîte a été exploité, il y a une trentaine d'années, puis abandonné à cause de son irrégularité et de la mauvaise qualité du combustible. Il existe sur le territoire de la

même commune, aux quartiers des Crans et des Berards, des carrières d'une argile plastique employée pour la fabrication de poteries et de briques réfractaires. On connaît aussi aux environs des sables quartzeux fins et très-purs, propres aux verreries.

En se dirigeant de Bedoin vers Crillon, situé au sud-ouest, on peut constater d'une manière positive, entre les deux villages, l'indépendance des sables argilo-siliceux relativement au terrain à gypse. On marche d'abord sur des sables quartzeux, alternativement blancs et rouges; puis on rencontre, à peu près à moitié chemin, un poudingue à noyaux calcaires bien arrondis et à ciment sableux, formant la base des marnes sextiennes. La différence minéralogique des deux systèmes de couches permet de voir nettement leur ligne séparative, et on peut la suivre sur une grande longueur. On reconnaît sans peine qu'il n'y a entre eux aucune espèce de liaison, les sables inférieurs ayant été creusés plus ou moins profondément et en partie détruits avant le dépôt du poudingue.

Il existe au pied du Ventoux, sur le flanc gauche du vallon du Grozeau, près de Malaucène, un gîte de sables argilo-siliceux très-peu étendu, et néanmoins fort intéressant, parce que son indépendance du terrain sextien est encore ici évidente, et qu'on y voit aussi un exemple de sa liaison avec les roches sous-jacentes. Il se compose, comme à l'ordinaire, de sables quartzeux purs, rouges, blancs et jaunes, quelquefois très-fins, associés dans leur partie supérieure à des grès ferrugineux, à des poudingues siliceux et à du minerai de fer; en bas,

Vallon
du Grozeau.

il pénètre dans les cavités et les joints du calcaire compacte néocomien, du sein duquel il semble sortir. Ce dépôt siliceux est recouvert par des marnes sextiennes avec coquilles d'eau douce, qui reposent transgressivement d'un côté sur le calcaire compacte, de l'autre sur les grès ferrugineux. Il n'y a aucune ressemblance minéralogique entre les deux terrains.

Bollène. Le dépôt d'argile plastique que l'on exploite à Noyère, près de Bollène, est un des plus importants du département au point de vue industriel. Il a rempli, à la surface du grès vert supérieur, un petit bassin allongé dans le sens de l'est à l'ouest, dont la longueur est de près de 1,500 mètres et la largeur de 250 à 300 mètres au plus. Les puits d'extraction creusés dans son sein montrent qu'il est principalement composé d'une masse puissante d'argile réfractaire, d'un gris bleuâtre, quelquefois violette. Cette argile renferme près de sa surface quelques nodules d'oxyde de fer que l'on est obligé de séparer par le triage; mais au fond elle est ordinairement très-pure, et, pour cette raison, d'une qualité très-estimée. Sa puissance varie depuis 10 jusqu'à 35 et même 40 mètres. Elle est recouverte sur une grande étendue par plusieurs mètres d'un sable quartzéux, passant sur certains points au grès ferrugineux et à ce minerai de fer que nous avons déjà si souvent signalé. Ce gîte d'argile plastique est complètement indépendant du terrain sextien, dont il n'existe aucune trace aux environs de Bollène.

Environs
de Saint-Paul-Trois-
Châteaux.

Les sables argilo-siliceux se montrent sur plusieurs points aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux. On les aperçoit au-dessous de la chapelle de Sainte-Juste,

d'où ils se prolongent, tout autour de la colline, jusqu'à une grande distance, soit au couchant, soit au levant. Ils existent aussi en grande masse au nord de Saint-Restitut, ainsi qu'aux environs de Clansayes, principalement dans les ravins où la Roubine prend sa source. Leur gisement constant est entre la mollasse et le grès vert inférieur. Au-dessous de la chapelle de Sainte-Juste, ils présentent la coupe suivante, à partir du grès vert :

1° Des sables quartzeux, quelquefois micacés, à irisation vive. Ces sables sont remarquables par la finesse et la régularité de leurs grains, qui ne paraissent pas roulés; ils forment une série régulière de strates minces, alternativement rouges, jaunes, blancs, avec diverses nuances de ces trois couleurs; leur épaisseur est de 20 à 25 mètres.

2° Un banc de grès ocreux, à texture grossière.

3° Des sables jaunes et blanchâtres à gros grains, évidemment roulés et plus ou moins fortement agglutinés.

Ce terrain, dans son ensemble, a 30 ou 35 mètres de puissance; il n'offre pas la moindre liaison avec les couches de mollasse qui lui sont superposées.

Il nous reste à signaler deux petits dépôts de ces sables siliceux, qui sont isolés dans les montagnes du département. L'un, situé au lieu nommé *Pelloxis*, tout près de Sault, n'est visible que sur une étendue de quelques mètres; il est composé de sables blancs très-fins, superposés au calcaire à *Ancyloceras* et recouverts par des argiles quaternaires. L'autre, plus considérable, se

Plateau
de Sault.

trouve aux *Barates*, sur la route de Sault à Saint-Jean-de-Durfort ; il consiste en un amas de sables quartzeux, rouges et blancs, exploités pour les constructions. Cet amas repose sur le calcaire urgonien, et s'élève à une hauteur de 3 à 6 mètres ; il présente à sa partie supérieure des grès lustrés et une brèche formée de silex, blancs et jaunes, empâtés dans un ciment argileux rougeâtre.

§ II. Terrain lacustre à gypse ou sextien.

Constitution
géologique.

Le terrain sextien est le groupe le plus élevé de la longue série des terrains lacustres inférieurs à la molasse que l'on observe dans les Bouches-du-Rhône. Il se divise, dans le département de Vaucluse et en général dans toute la Provence, en deux étages dont les caractères paraissent constants sur de vastes étendues. L'étage inférieur est composé de calcaires marneux plus ou moins solides, et de marnes argilo-sableuses, le plus souvent fortement colorées en rouge avec des parties blanches ; de sables grossiers gris, verdâtres ou rougeâtres ; de grès quartzeux à ciment marneux, ordinairement friables, tantôt ferrugineux et à gros grains, tantôt de couleur grise et à grains fins comme la molasse sablonneuse ; enfin, de poudingues à noyaux principalement calcaires et à ciment marno-sableux. Ces roches sont associées dans des proportions très-diverses ; souvent on n'en voit qu'une ou deux dominer presque exclusivement. Elles constituent des bancs d'épaisseur variable,

qui alternent à plusieurs reprises et paraissent former un tout indivisible. L'étage supérieur diffère surtout du précédent par des roches d'un sédiment beaucoup plus fin; il est essentiellement composé de calcaires gris cendré, à cassure compacte, renfermant accidentellement des silex et alternant avec des lits minces de marnes également grises, feuilletées et parfois argileuses. Ces calcaires sont souvent marneux, fétides et susceptibles de se diviser en feuillets minces; ils n'ont que quelques décimètres d'épaisseur, mais, par leur alternance régulière et répétée avec les schistes, ils forment des groupes extrêmement puissants. On y observe dans beaucoup de lieux des couches subordonnées de lignite et des bancs de gypse. Les couches de lignite sont en général bien réglées, continues sur de grandes longueurs et d'assez bonne qualité pour être exploitées avec avantage. Leur puissance varie depuis 1 ou 2 décimètres jusqu'à 3 ou 4 mètres. Les bancs gypseux constituent à proprement parler des amas stratifiés, qui ne dépassent guère 40 à 50 mètres de longueur dans le sens de la direction des couches, et dont l'épaisseur totale peut atteindre jusqu'à 15 ou 20 mètres. Ces bancs ont exactement le même aspect et la même allure que les calcaires environnants, dont ils ne sont pas nettement séparés; ils alternent, comme eux, avec des lits minces d'une marne schisteuse mêlée alors de gypse impur. Leur faible étendue dans le sens de la direction des couches, l'irrégularité de leur contour, leur position à des niveaux géologiques différents, même lorsqu'ils sont très-voisins les uns des autres; enfin, la continuité qui paraît exister, malgré la différence de na-

ture minéralogique, entre eux et les calcaires sur le *prolongement* desquels ils sont placés, nous portent à croire, contrairement à l'opinion généralement adoptée, qu'ils sont le résultat d'une épigénie.

Les deux étages dont nous venons d'indiquer les caractères se succèdent en stratification concordante, et quelquefois même sont liés par l'alternance des couches voisines de leurs ligne de contact. Leur puissance totale est en général considérable et peut aller jusqu'à 350 mètres ; quant à leur épaisseur relative, elle nous a paru être très-variable.

Fossiles.

Les fossiles de ce terrain sont nombreux. Indépendamment de plusieurs espèces de coquilles fluviatiles, on y trouve des ossements de grands animaux, appartenant à des *Palæotherium* et à plusieurs autres genres de mammifères que nous indiquerons bientôt. Les calcaires schisteux de l'étage supérieur renferment entre leurs feuillets des empreintes variées de Poissons et d'Insectes. On y observe aussi assez communément des restes de végétaux, savoir des troncs d'arbre faisant partie de la famille des Palmiers et des empreintes de feuilles de Dicotylédones, tels que des Noyers, des Bouleaux, des Érables, etc. M. Adolphe Brongniart a déjà fait remarquer ce qu'avait de singulier ce mélange de formes végétales, les unes exotiques, qui supposent un climat plus chaud que celui de l'Europe, les autres propres à des genres qui caractérisent les pays tempérés ou froids (1).

(1) Article VÉGÉTAUX FOSSILES du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, publié sous la direction de M. Charles d'Orbigny.

La présence dans les marnes sextiennes de plusieurs espèces de *Palæotherium* et d'autres animaux que l'on rencontre dans la formation gypseuse de Paris a fait croire à beaucoup de géologues que ces deux terrains étaient rigoureusement contemporains. Cette opinion nous paraît devoir être rejetée par les raisons suivantes. Entre la formation à gypse de Paris, à laquelle on voudrait assimiler le terrain sextien, et les faluns de la Touraine, auxquels on est d'accord aujourd'hui pour rapporter la mollasse, il s'est écoulé un intervalle géologique d'une durée probablement considérable, qui est représenté dans le bassin parisien par le calcaire siliceux de la Brie, les sables de Fontainebleau et le calcaire de la Beauce. Or, dans les Alpes, on n'aperçoit *aucun indice* de cette époque, qui aurait dû séparer la mollasse des couches sextiennes. Au contraire, dans tous les lieux où l'on peut voir le contact des deux dépôts (ces lieux sont très-nombreux dans Vaucluse, les Basses-Alpes et la Drôme), non-seulement la stratification est parfaitement concordante, mais quelquefois des alternances établissent une liaison intime entre les couches contiguës; en sorte que, pour un observateur attentif, il n'est pas douteux que l'un des terrains ait succédé immédiatement à l'autre. Ce fait nous paraît beaucoup plus décisif que la présence des *Palæotherium*, car il n'est nullement prouvé que ces mammifères aient paru simultanément sur tous les points de l'Europe où l'on observe leurs dépouilles, et qu'ils aient disparu de même. Le contraire est plutôt probable. On peut donc admettre sans aucune difficulté qu'après leur extinction aux environs

de Paris, ils ont continué à vivre pendant longtemps encore dans le sud-est de la France.

Environs
d'Apt. Le terrain sextien, que nous allons suivre maintenant tout autour des montagnes du département, occupe un espace considérable dans l'arrondissement d'Apt. Entre Rustrel et le Léberon, ses couches sont dirigées à peu près de l'est à l'ouest et plongent vers le sud; leur inclinaison est d'abord de 15° à 20° dans le voisinage de la montagne de Lagarde, mais elle diminue ensuite beaucoup lorsqu'on se rapproche d'Apt. L'étage inférieur est visible au nord, près de Rustrel et de Gignac; il consiste en marnes sableuses d'un rouge vif, associées à des grès et à des sables grossiers verdâtres; ces roches arénacées, dont l'épaisseur totale ne paraît pas dépasser 12 à 15 mètres, sont suivies d'une longue série de calcaires compactes d'un gris cendré, de calcaires schisteux plus ou moins bitumineux, et de marnes feuilletées, sur lesquels on marche jusqu'à Apt. On y observe, près de Gignac, des bancs de gypse, d'une puissance de plusieurs mètres, séparés par des lits minces de marne schisteuse.

A 5 kilomètres nord-est d'Apt, le même système de couches offre dans sa partie moyenne, tout près du hameau des Tapets, un gîte intéressant de soufre natif. C'est une couche de 0^m. 50 à 0^m. 55 de puissance, présentant les caractères habituels des calcaires d'eau douce de la formation, sauf qu'elle renferme en grand nombre des veinules et de petits amas de soufre pur, jaune citrin. Sa richesse moyenne est de 20 à 25 p. 100.

Sur le territoire de Saint-Martin-de-Castillon, on a

découvert dans la partie la plus élevée du terrain sextien deux à trois couches de lignite, dont une seule, épaisse de 0^m. 60 à 0^m. 70, est exploitée depuis longtemps, mais faiblement. Elle a une légère inclinaison vers le sud, et se prolonge probablement sur les communes de Viens et de Cazeneuve, où il existe aussi des affleurements de combustible.

Le *Cerithium Lauræ*, espèce de Potamide assez répandue dans ce terrain, se rencontre sur le territoire de Cazeneuve. On trouve à Saint-Martin-de-Castillon et près d'Apt, au quartier de Roque-Sablière, des empreintes de poissons, principalement du genre *Smerdis*, savoir : *Smerdis minutus* et *S. macrurus*, que l'on connaît également à Aix. Enfin, nous signalerons près de Rustrel un gîte extrêmement abondant de troncs d'arbres fossiles, appartenant à plusieurs espèces distinctes de *Palmacites* et à d'autres Monocotylédones à tiges fasciculées.

Le terrain sextien compris entre Rustrel et Saint-Martin-de-Castillon s'étend au loin, vers l'est, jusqu'aux environs de Forcalquier et de Manosque (Basses-Alpes), où il renferme de nombreuses mines de lignite. Du côté du sud, il tourne la pointe orientale de la chaîne du Léreron et va constituer le sol des communes de la Bastide-des-Jourdans et de Peypin-d'Aigues, canton de Pertuis. Sa partie inférieure, composée de marnes argileuses rouges, prend ici un grand développement. Plus loin, il s'enfonce sous la mollasse, mais il reparaît à l'est-sud-est de Pertuis, entre la Durance et la route qui conduit à Mirabeau. Au sud de cette route, on observe principa-

Environs
de Pertuis.

lement l'étage inférieur, composé de couches alternantes de marne rouge, de poudingue et de grès grossier gris ou verdâtre. Ces roches forment, sur le bord de la plaine alluviale de la Durance, une berge élevée, qui limite les excursions de cette rivière torrentielle. On distingue facilement à leur composition les poudingues de ce terrain de ceux qui, dans la même localité, font partie des dépôts quaternaires : car les premiers ne contiennent que des cailloux calcaires, des silex, et d'autres débris des montagnes voisines, tandis que les seconds sont caractérisés par des roches cristallines provenant des Hautes-Alpes.

De Mérindol
à Taillades.

En suivant, du côté de l'ouest, le pied du versant méridional du Léberon, on rencontre non loin de Mérindol d'autres couches d'eau douce que nous rapportons également à la formation sextienne. Elles commencent près de l'auberge de la Beaume, située sur la route d'Avignon, à 3 kilomètres ouest du village. La roche principale est un calcaire blanc, un peu celluleux, parfois feuilleté, renfermant des veines subordonnées de schiste carbonneux. Un peu plus loin, près des fermes appelées la Roquette et Rieufroid, on voit au-dessous de ce calcaire des marnes rougeâtres, associées à des grès quartzeux blancs. Ce système de couches forme une bande peu large, qui paraît se prolonger entre la grande route et le Léberon, jusqu'aux environs de Taillades.

Colline
de
Sainte-Radegonde,
près Gargas.

Le terrain sextien que nous avons décrit au nord et à l'est d'Apt ne constitue au nord-ouest de cette ville qu'une colline isolée de 50 à 60 mètres de hauteur, située entre Gargas et Saint-Saturnin. Elle est peu étendue,

mais fort intéressante à cause des nombreux restes de mammifères qu'on y a découverts. Une coupe de cette colline faite près de la ferme nommée *De Bruge*, présente la succession suivante au-dessus des marnes ap-tiennes :

1° Des couches alternantes de marne rougeâtre et de sable quartzeux gris, renfermant sur quelques points des indices de gypse impur. Leur puissance est de 10 à 12 mètres.

2° Une couche de marne noire, charbonneuse, un peu sableuse, dont l'épaisseur moyenne est de 0^m. 35 à 0^m. 40. On y trouve en grande quantité des restes de *mammifères*.

3° Des bancs de calcaire compacte et de marne schistoïde avec *Cyclas Gargasensis* et *C. majuscula*. Leur épaisseur totale est de 12 à 15 mètres.

4° Plusieurs bancs de gypse séparés par des lits minces de marne schisteuse ; ils paraissent faire le tour de la colline, où ils sont exploités sur cinq à six points différents.

5° Une longue série de calcaires et de marnes qui alternent ensemble et s'élèvent jusqu'au sommet de la colline où est la chapelle de Sainte-Radegonde.

Ce système de couches, pris dans son ensemble, se relève légèrement vers le nord ; il est recouvert du côté du sud par un petit lambeau de mollasse.

Il résulte de cette coupe que la couche ossifère découverte un peu au-dessus de la ferme De Bruge est située précisément à la jonction des deux étages du terrain sextien. Elle paraît indépendante des calcaires à

Cyclades qui la recouvrent, et offre au contraire une grande liaison avec les marnes sableuses sur lesquelles elle repose ; on doit par conséquent la considérer comme appartenant à l'étage inférieur. Les ossements d'animaux qu'elle renferme ont été étudiés par MM. Bravard et Pomel, et surtout par M. Paul Gervais. Les recherches de ce dernier savant ont eu pour résultat de constater la présence des espèces suivantes : *Plesiarctomys Gervaisii* ; *Theridomys Vaillantii* ; *Anchitherium Radegondense* ; *Palæotherium magnum*, *P. crassum*, *P. medium*, *P. curtum* ; *Paloplotherium annectens*, *P. minus* ; *Anoplotherium commune* ; *Cainotherium collotarsum*, *C. Courtoisii* ; *Xiphodon crispum*, *X. gracile* ; *Eurytherium latipes* ; *Aphelotherium Duvernoyi* ; *Adapis Parisiensis* ; *Tapirus hyracinus* ; *Acotherium Saturninum* ; *Chæropotamus Parisiensis* ; *Cebochærus anceps* ; *Cynodictis lacustris* ; *Hyænodon Requieni* ; *Pterodon dasyuroides* ; *Peratherium antiquum*, *P. affine*, *P. parvum*. La plupart de ces mammifères se trouvent également dans le terrain à gypse de Paris (1).

Environs
de
l'Isle.

Il existe au nord de l'Isle, entre Pernes, Saint-Didier et Saumanes, un massif de collines formé par la partie supérieure du terrain sextien. On y observe plusieurs gîtes gypseux qui sont devenus le siège d'exploitations importantes ; c'est de là que l'on tire la plus grande partie du plâtre consommé dans le département ou exporté aux environs. Ces bancs de gypse sont en général fortement

(1) *Zoologie et Paléontologie française*, par M. Paul Gervais, 1859, page 333.

inclinés, quelquefois arqués et coupés par des failles nombreuses; ils offrent avec les calcaires d'eau douce environnants les rapports de gisement que nous avons déjà indiqués.

A l'est et au sud-est, ce terrain est recouvert par des bancs épais de mollasse, mais il continue au-dessous et s'étend jusqu'à la rencontre du calcaire néocomien qui forme la base des montagnes voisines. On l'aperçoit, en effet, au fond des grandes coupures du sol qui se prolongent jusqu'à ces montagnes. Ainsi, en suivant la route de l'Isle à Vaucluse, on entre dans un vallon qui est d'abord entièrement creusé dans la mollasse; mais, un peu avant d'arriver au village, on voit sortir de dessous ce terrain des affleurements de calcaire sextien, qui se montrent sur la droite et sur la gauche de la Sorgues. Il n'est pas rare d'y trouver des coquilles d'eau douce, parmi lesquelles nous citerons : *Cyclostoma crassilabra*, *Melania Lauræa*, *Cerithium Lauræa* et *C. concisum*. Un autre vallon profond, qui conduit du Beucet à l'ermitage de *Saint-Gent*, a également mis à découvert le terrain sextien sur une hauteur considérable; on l'observe près de l'ermitage, où, comme à Vaucluse, il est en contact immédiat avec le néocomien supérieur.

En jetant les yeux sur notre carte géologique du département, on voit que le terrain sextien des environs de l'Isle est interrompu au nord par une bande peu large de mollasse, où se trouve Venasque; qu'il reparait au delà de ce village, entre Malemort et Méthamis, et qu'il forme ensuite, dans la direction du nord-nord-ouest, une zone peu large, sur laquelle on peut marcher sans

Étendue
du terrain
au nord
de l'Isle.

interruption jusqu'aux environs de Malaucène. Les couches sextiennes tournent ensuite vers le sud-ouest, et, après avoir suivi le contour des montagnes jurassiques de Gigondas, elles vont se terminer près de ce dernier village. Sur tout ce trajet, elles s'enfoncent d'un côté sous la mollasse, et de l'autre elles s'appuient contre des roches tantôt secondaires, tantôt appartenant aux sables quartzeux et aux argiles plastiques.

Méthamis.

A Méthamis, ce terrain est formé de calcaires blancs grisâtres; bien stratifiés, dans le sein desquels on a découvert trois couches de lignite, peu distantes les unes des autres. La plus importante, qui est en même temps la plus basse, a 2".25 d'épaisseur, en y comprenant plusieurs veines argileuses; les autres ont de 0^m.60 à 1 mètre. Le charbon des couches inférieures est le meilleur de tous ceux que l'on exploite dans le département de Vaucluse; il est léger, fragile, assez semblable à celui des Bouches-du-Rhône, quoique cependant d'une qualité bien inférieure. On a trouvé dans ce lignite et dans les couches qui en sont voisines des dents de *Palæotherium* et d'*Anoplotherium* de mêmes espèces que celles de Gargas, des Carapaces de tortues, des Cyclades et des Potamides. Ce système a une épaisseur considérable qui n'a pu être déterminée exactement, mais qui surpasse certainement 50 à 60 mètres; il paraît avoir rempli une dépression du calcaire néocomien sur lequel il repose en stratification discordante. Les couches ont une inclinaison de 7 à 8 degrés vers le nord-nord-ouest, et s'enfoncent sous un autre groupe de calcaires d'eau douce très-épais, qui supporte le village de Blauvac. La formation

lignitifère de Méthamis est donc située tout à fait à la base du terrain sextien environnant; peut-être en représente-t-elle l'étage inférieur, qui alors aurait dans cette localité des caractères tout à fait exceptionnels.

Un peu au nord de Malemort, la partie la plus élevée des couches sextiennes renferme des bancs de gypse fort épais, qui sont repliés en forme de voûte et traversés par de nombreuses fissures remplies de matière argileuse. L'axe de cette dislocation est dirigé à peu près du nord au sud, et, sur son prolongement, il existe tout près de Mormoiron, à l'ouest du village, d'autres amas gypseux également puissants; ils sont remarquables en ce qu'on y trouve journellement des ossements d'animaux. Nous y avons recueilli une mâchoire de l'*Anoplotherium commune* et une phalange onguéale du *Paloplotherium minus*, converties en gypse.

Malemort
et
Mormoiron.

De Mormoiron à Crillon, la formation repose sur les sables quartzeux et les argiles plastiques, avec lesquels elle est en stratification discordante. Il faut de l'attention pour distinguer les deux terrains, que l'on est porté à confondre à cause de l'irisation qui leur est commune.

Près du Barroux, au nord du village, on observe de nouveaux gîtes gypseux, et en outre une couche de lignite de 0".60 d'épaisseur, que l'on a essayé d'exploiter, mais sans succès à cause de la mauvaise qualité du combustible.

Le Barroux.

À l'est de Malaucène, le terrain sextien se prolonge entre la mollasse et le calcaire néocomien jusqu'à Sainte-Marguerite, hameau dépendant de la commune de Beaumont. Les couches sont coupées transversalement par le

Malaucène.

vallon du Grozeau, où leur succession est facile à étudier; elles offrent sur la droite du vallon la série suivante, en commençant par les plus basses, qui s'appuient immédiatement contre la base du Ventoux :

1° Des marnes argileuses mal stratifiées, divisées en bandes vertes, jaunes et rougeâtres, peu distinctes les unes des autres. Leur épaisseur est de 30 à 40 mètres.

2° Plusieurs couches d'un calcaire compacte, solide, rempli de Planorbis et de Lymnées. Leur épaisseur ne surpasse pas 3 à 4 mètres.

3° Des calcaires, des marnes et des schistes argileux alternant ensemble. Ce groupe, épais d'une trentaine de mètres, est légèrement irisé.

4° Des bancs de gypse blanc mêlé d'anhydrite, ayant de 0^m.50 à 0^m.80, et alternant avec des strates plus minces de marne schisteuse. La puissance de l'ensemble est d'environ 15 mètres.

5° Une nouvelle série de marnes schisteuses et de calcaires gris, se répétant un grand nombre de fois. Leur épaisseur totale est de 30 à 40 mètres.

Immédiatement au-dessus de ce dernier groupe, on observe la mollasse marine en stratification parfaitement concordante.

Les couches dont nous venons d'indiquer la série se montrent également sur la gauche du vallon, où elles se succèdent dans le même ordre, en présentant seulement quelques différences dans leur épaisseur; elles renferment aussi de ce côté des bancs de gypse et d'anhydrite, qui sont exploités avec avantage, comme ceux du flanc opposé.

Au sud-ouest de Malaucène, les marnes rouges de l'étage inférieur sextien acquièrent un grand développement; elles forment entre Suzette et la Roque-Alric une zone continue qui passe par le village de Lafare et va se rattacher aux couches d'eau douce du même âge des environs de Beaumes et de Gigondas. Ces dernières sont très-puissantes, et portent des signes manifestes de dislocations multipliées; elles sont verticales et souvent même renversées, de manière à plonger du côté des marnes jurassiques, qui leur servent de support. De leur sein jaillissent les sources minérales sulfureuses d'Urban et de Montmirail, et une petite fontaine salée qui se trouve sur la rive gauche du torrent des Salettes, à peu près à égale distance de Beaumes et de Lafare. Sur la droite du même torrent, près d'une grange nommée *le Mulard*, commune de Beaumes, on voit une masse gypseuse épigénique, placée précisément à la jonction de la mollasse et des roches d'eau douce.

Le terrain sextien près de Montmirail est fortement irisé à sa partie inférieure, et présente nettement les deux étages dont il est ordinairement composé. Les couches se succèdent de la manière suivante, à partir des plus basses : 1° des poudingues à noyaux en partie calcaires et en partie siliceux, associés à des marnes d'un rouge vif; 2° des marnes vertes et des sables quartzeux rougeâtres, alternant avec des poudingues semblables aux précédents; 3° des grès ferrugineux à ciment calcaire; 4° une longue série de calcaires compactes, avec Lymnées et Planorbes, alternant avec des marnes schis-

Beaumes
et
Gigondas.

teuses. L'épaisseur totale de ce système de couches paraît être de 250 à 300 mètres.

Vallon
de la Nesque,
près
de Sault.

Jusqu'à présent tous les gîtes du terrain sextien que nous avons décrits étaient situés au pied des montagnes; celui dont il nous reste à parler se trouve aux environs de Sault, dans le petit vallon où la Nesque prend sa source; son altitude est par conséquent considérable. Il commence près d'Aurel, au sud-ouest du village, où il repose sur le grès vert inférieur. Les premières couches sont composées, sur une hauteur de 20 à 25 mètres, de marnes sablonneuses légèrement irisées, ayant les caractères habituels de la partie inférieure de la formation. Au-dessus, il y a une épaisseur à peu près égale de schistes blanchâtres, marneux, se divisant en feuilles minces. Ce terrain est recouvert, au sommet de la colline, par quelques bancs d'une roche arénacée, celluleuse, remplie de grains de quartz roulés, de débris de Bryozoaires et d'autres corps marins. Ces dernières couches, que nous rapportons à la mollasse, ont peu de continuité; mais il n'en est pas de même des calcaires marneux immédiatement inférieurs, que l'on peut suivre le long de la Nesque, presque jusqu'à Monieux. Ils sont très-feuilletés, quelquefois bitumineux, et renferment accidentellement des rognons de silex, ainsi que de petites veines d'un gypse cristallisé, dont il n'est pas rare de rencontrer des fragments épars à la surface du sol; on y trouve aussi des restes de bois fossiles et des coquilles d'eau douce. Celles-ci sont particulièrement abondantes au quartier des Seigneurs, commune de

Sault, dans une localité que nous allons préciser. Lorsqu'en partant de Sault on suit la grande route départementale de Carpentras, on a bientôt traversé la Nesque, et l'on arrive, après un trajet de 2 à 3 kilomètres, à un pont construit sur le torrent qui descend de Verdoliers. Immédiatement au delà, on voit sur sa droite un monticule blanchâtre de 12 à 15 mètres de hauteur, dont les couches, dirigées à peu près de l'est à l'ouest, parallèlement à la grande route, plongent fortement vers le sud. Ce monticule est formé à sa partie supérieure de bancs d'un calcaire lacustre, solide, exploité pour les constructions, et, sur son revers septentrional, de marnes schisteuses friables, appliquées contre les roches de grès et de marne argilo-sableuse du grès vert inférieur. On y trouve, principalement dans les marnes, un grand nombre de bivalves fossiles, la plupart à l'état de moule, appartenant aux genres *Cyclade*, *Cyrène*, *Anodonte*, et avec eux le *Cerithium Lauræ*. Un autre groupe de calcaires d'eau douce, avec les mêmes fossiles, mais en moins grande quantité, s'observe au lieu dit *Garrau*, sur la route de Saint-Jean-de-Durfort. Les couches, également dirigées de l'est à l'ouest, plongent ici vers le nord, et paraissent correspondre exactement à celles du quartier des Seigneurs.

Il existe au nord d'Aurel, sur le territoire de Montbrun (Drôme), un autre dépôt isolé de calcaire sextien, présentant les mêmes caractères que celui de la Nesque, sauf que les couches de gypse y sont assez épaisses pour être susceptibles d'exploitation.

§ III. *Terrain de la mollasse.*

Généralités. De tous les terrains tertiaires, celui de la mollasse est
 Constitution le plus répandu dans le département de Vaucluse. On
 géologique. l'observe presque partout avec une puissance plus ou
 moins considérable, dans la plaine, au pied des monta-
 gnes, et même à une grande hauteur, sur les plateaux.
 Les roches qui entrent dans sa composition n'offrent pas
 moins de diversité; ce sont : des macignos tendres, de
 couleur grise ou blanchâtre, à grains fins et à ciment ar-
 gilo-calcaire; des sables grisâtres, qui offrent la même
 composition que les roches précédentes et n'en diffèrent
 que par leur défaut de cohésion; des grès quartzeux à
 gros grains, plus ou moins solides; des marnes argileuses
 ou argilo-sableuses d'un gris bleuâtre; des calcaires aré-
 nacés, cellulieux, à texture lâche, et pétris de gros grains
 de quartz, ou bien presque compactes, à grains fins et
 d'une grande dureté; enfin des poudingues polygéné-
 niques de cohésion très-variable, à noyaux en partie cal-
 caires et en partie siliceux. En ayant égard à la manière
 dont ces roches sont le plus souvent groupées, à leur
 ordre stratigraphique et à leurs fossiles, nous avons été
 conduit à diviser la mollasse en deux étages, qui sont
 quelquefois isolés l'un de l'autre, et nous paraissent au-
 jourd'hui bien distincts.

L'étage inférieur, quand il est visible dans son en-
 semble, commence par des sables et des grès grossiers
 mêlés de cailloux, ou par un poudingue en grande partie

siliceux; ces roches sont suivies d'une série plus ou moins longue de macignos, de grès quartzeux, de sables et de calcaires arénacés; puis vient une dernière assise, ordinairement formée d'un calcaire compacte ou cellulaire, pétri de grains de quartz et d'un grand nombre de corps marins. Rien de plus variable que la puissance de cet étage, qui peut se réduire à quelques bancs de grès quartzeux ou de calcaire arénacé plus ou moins solide. Il couronne les collines, ou bien il est adossé aux montagnes, sur le flanc desquelles il s'élève parfois très-haut. On y trouve un grand nombre de fossiles, les uns spéciaux à la mollasse des Alpes, les autres propres aux faluns de la Touraine; quelques uns seulement appartiennent aux marnes subapennines.

L'étage supérieur occupe la plaine ou constitue, à une certaine distance des montagnes, des collines à couches faiblement inclinées. Il est essentiellement composé de sables, de marnes argileuses ou argilo-sableuses, de grès grossiers et de poudingues ordinairement incohérents. Les fossiles qu'il renferme sont dans une forte proportion les mêmes que ceux de la formation subapennine. En ne considérant que ses caractères paléontologiques, on serait tenté de l'identifier avec cette formation; mais sa liaison stratigraphique avec l'étage inférieur nous a paru trop grande pour qu'il soit possible de l'en séparer comme terrain distinct, et surtout de supposer l'un pliocène et l'autre miocène.

Quoique la mollasse, prise dans son ensemble, ait été déposée dans le sein de la mer, elle peut cependant renfermer accidentellement des couches d'eau douce, qui

sont tantôt intercalées entre des bancs marins et tantôt superficielles. Il y a des exemples de ces deux espèces de gisement dans le département de Vaucluse. Dans la Drôme, on observe seulement des intercalations que nous avons fait connaître en 1835 (1). Nous ne pourrions, sans tomber dans des répétitions fréquentes, décrire toutes les localités où l'on rencontre la mollasse dans le département de Vaucluse ; nous nous bornerons aux plus intéressantes. Pour plus de clarté, nous ferons un article à part des couches lacustres, que nous appellerons *mollasse d'eau douce*.

1^o Mollasse marine.

Colline
de Barris.

En commençant par le nord du département, nous indiquerons la colline de Barris et de Sainte-Juste, entre Bollène et Saint-Paul-Trois-Châteaux, comme offrant un des gisements les plus remarquables de l'étage inférieur de la mollasse. En partant de Saint-Pierre-de-Cénos pour monter sur cette colline, on ne tarde pas à voir sortir de dessous les alluvions modernes des macignos grossiers, des poudingues et des sables jaunes ocreux, dont la stratification présente une légère inclinaison vers le sud. A mesure que l'on s'élève, ce terrain prend plus de consistance par l'alternance fréquente de grès quartzeux solides, d'un gris foncé, qui finissent par dominer et don-

(1) Nous pensions alors que ces couches formaient un terrain séparé, et nous les avons décrites sous le nom de *Terrain d'eau douce moyen*.

ner lieu à un escarpement de 25 à 30 mètres de hauteur, au pied duquel est bâti le village de Barris. Ce système de couches a au moins 120 à 130 mètres de puissance totale. Les bancs de grès dur avec gros grains de quartz, qui le couronnent, font le tour de la colline ; on les voit, en effet, coupés à pic en face de Saint-Paul-Trois-Châteaux, sous la chapelle de Sainte-Juste. En continuant à monter, à partir de Barris, on observe, au-dessus de la mollasse grise à gros grains, dont nous venons de parler, des bancs d'un calcaire marno-arénacé blanchâtre, à grains fins, d'une épaisseur de 25 à 30 mètres. Cette seconde assise, fort distincte de la précédente par sa texture et sa couleur, a également une grande continuité ; on peut la suivre sur toute l'étendue de la colline, dont elle forme la partie la plus élevée. Elle manque d'homogénéité et de consistance près de Barris, mais, plus au nord, elle en acquiert beaucoup, et fournit une excellente pierre à bâtir ; on y a ouvert plusieurs carrières importantes sur les communes de Saint-Paul-Trois-Châteaux et de Saint-Restitut. Ces deux assises de la mollasse, et surtout l'inférieure, renferment une grande quantité de fossiles, quelquefois d'une admirable conservation. Les Echinides y sont particulièrement abondants aux environs de Sainte-Juste et de Barris ; nous citerons les espèces suivantes : *Brissus Cordieri* ; *Spatangus Corsicus*, *S. Delphinus*, *S. ocellatus* ; *Echinolampas scutiformis*, *E. hemisphæricus*, *E. angulatus* ; *Lobophora elliptica*, *L. perspicillata*, *L. bioculata* ; *Scutella Paulensis*, *S. truncata* ; *Echinus obliquus* ; *Cidaris Avenionensis*. Parmi les fossiles autres que les Echinides, on rencontre fré-

quemment : *Pyrula condita*; *Arca diluvii*; *Pecten scabriusculus*, *P. benedictus*, *P. palmatus*, *P. terebratulæformis*; *Janira arcuata*; *Balanus crassus*. On doit y ajouter des dents de Squales et des côtes de poissons monstrueux.

Les bancs de mollasse des environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux s'étendent, au nord-est et à l'est, sur les territoires de Clansayes, de Montségur et de Beaumede-Transit, où l'on trouve la plupart des fossiles cités plus haut. La commune de Montségur renferme en outre un *Nautilus* d'espèce inédite, le seul Céphalopode qui ait été mentionné jusqu'à ce jour dans la mollasse des Alpes.

Saint-Yriex.

Il existe à 2 kilomètres sud de Bollène, près de la chapelle de Saint-Yriex, un dépôt de marne argileuse grise où les coquilles sont répandues avec profusion. C'est un des types les mieux caractérisés de l'étage supérieur de la mollasse. Un ravin profond, sur lequel on a construit un pont pour le passage de la route qui conduit à Lestang, a mis le terrain à découvert sur une hauteur de 9 à 10 mètres; il offre près de ce pont la série suivante, en allant de bas en haut :

1° Sables grossiers, quartzeux, fortement agglutinés, avec cailloux roulés d'un calcaire siliceux très-dur. Ils ne sont visibles au fond du ravin que sur une épaisseur de quelques décimètres.

2° Bancs d'un calcaire coquillier, dur, cellulaire, pétri de gros grains de quartz. Leur épaisseur est de 0^m.70 à 0^m.80. C'est sur cette roche qu'ont été fondées les culées du pont.

3° Marne argileuse d'un gris bleuâtre, sans stratifica-

tion distincte, épaisse de 4 à 5 mètres. Elle est mêlée de quelques cailloux roulés et renferme une prodigieuse quantité de coquilles.

4° Marne sableuse sans fossiles, passant à un sable quartzeux impur avec gravier et débris anguleux. L'épaisseur est de 3 à 4 mètres (1).

Ce dépôt a rempli un petit bassin allongé dans le sens de l'est à l'ouest, et creusé dans le sein du grès vert supérieur. Les coquilles de la marne argileuse grise, n° 3, sont presque toutes brisées; on peut cependant en trouver d'entières après les grandes pluies qui renouvellent la surface du sol. Celles que nous avons recueillies se rapportent aux espèces suivantes: *Turritella Brochii*, *T. angulata*, *T. subangulata*, *T. vermicularis*, *T. varicosa*; *Natica helicina*; *Solarium variegatum*; *Monondota corallina*; *Turbo rugosus*; *Mitra aperta*, *M. striatula*, *M. turgidula*; *Conus Mediterraneus*; *Rostellaria pes-carbonis*, *R. pes-pellicani*; *Fusus lignarius*; *Murex cornutus*, *M. trunculus*, *M. Edwardsi*; *Ranella marginata*; *Cerithium vulgatum*; *Nassa Bonelli*, *N. semistriata*; *Fissurella Græca*; *Dentalium inæquale*; *Gastrochaena dubia*; *Venus Chione*, *V. excentrica*; *Cytherea lineta*; *Cardita elongata*, *C. sulcata*; *Lucina lactea*, *L. spuria*; *Cardium papillosum*; *Pectunculus glycimaris*, *P. nummarius*, *P. pilosus*; *Arca diluvii*, *A. Helbingii*; *Lima inflata*; *Chama echinulata*; *Pecten scabrellus*, *P. latissimus*, *P. pleuronectes*; *Ostrea undata*; *Anomia ephippium* (2). A ces restes de Mollus-

(1) Voyez la coupe n° 2.

(2) Nous devons la détermination de la plupart de ces espèces à M. Deshayes.

ques, qui ne composent pas la moitié de tous ceux que renferme la marne argileuse grise, il faut ajouter quelques Polypiers parmi lesquels se trouve le *Ceratotrochus duodecimcostatus*, des Serpules et beaucoup de débris de Cirrhipèdes.

A part quelques espèces que l'on rencontre dans les faluns ou dans l'étage inférieur de la mollasse, les fossiles ci-dessus sont les mêmes que ceux des marnes subalpennines; plusieurs d'entre eux ont leurs analogues ou leurs identiques vivants dans les mers actuelles.

Visan,
Valréas,
Cairanne.

Le terrain de Saint-Yriex n'est pas un accident dans le département de Vaucluse. Tout le massif de collines que l'Aiguestraverse, depuis Nyons jusqu'aux environs de Tulette, est composé de marnes argileuses, de sables, de grès friables et de poudingues, qui présentent sur beaucoup de points une partie des fossiles que nous venons de nommer. La même mollasse argilo-sableuse s'observe au sud et à l'ouest de Gigondas; elle paraît avoir occupé toute la plaine et, sans les interruptions produites par les dépôts quaternaires et alluviens, on pourrait la suivre jusqu'à l'extrémité sud du département. On trouve à Visan, près du village : *Turritella Brochii*, *T. vermicularis*, *T. varicosa*, *T. Archimedis*; *Trochus patulus*; *Ancillaria glandiformis*; *Cerithium vulgatum*, *C. Basteroti*; *Nassa Bonelli*, *N. mutabilis*; *Pectunculus pilosus*; *Pecten scabrellus*, *P. pleuronectes*; *Arca diluvii*; *Ostrea crassissima*, *O. undata*; *Anomia ephippium* (1). Aux environs de

(1) A ces coquilles, on doit ajouter des restes d'*Hipparion* qui ont été découverts également aux environs de Visan, dans une localité sur laquelle nous manquons de renseignements.

Valréas, le prolongement de la même mollasse renferme : *Turritella Brochii*, *T. vermicularis*; *Murex trunculus*; *Nassa Bonelli*; *Venus Brochii*; *Arca Turonica*; *Ostreacras-sissima*. Cette dernière espèce est surtout remarquable par son abondance et sa belle conservation. Enfin, à Cairanne, quartier d'Hauterives, des marnes argilo-sableuses sont remplies d'une immense quantité de coquilles, parmi lesquelles on distingue : *Solen vagina*, *Venus Brochii*, *Pecten scabriusculus*, *Anomia ephippium*. Les divers fossiles que nous venons de citer offrent pêle-mêle des espèces considérées comme caractéristiques des marnes subapennines et d'autres appartenant à l'étage des faluns. Il y a longtemps au reste qu'un pareil mélange a été constaté dans la mollasse des Alpes.

Les eaux réunies des quartiers de Montmirail et d'Urban, entre Gigondas et Beaumes, sont reçues dans un ravin profond, qui près d'un hameau nommé *les Crottes de l'Amendi*, à 2 kilomètres sud-est de Vacqueyras, traverse du nord au sud, et par conséquent perpendiculairement à leur direction, les couches tertiaires de la localité. On y observe une coupe fort nette de la mollasse, d'autant plus intéressante qu'elle est complète, les deux étages du terrain s'y trouvant réunis. Elle offre la succession suivante :

Coupe
de la mollasse
à
Vacqueyras.

1° Des sables et des grès de couleur grise, d'une faible consistance, renfermant des bancs subordonnés d'une marne argileuse rougeâtre ou verdâtre. Cette assise, épaisse de 15 à 16 mètres, est appliquée immédiatement contre les calcaires sextiens en stratification concordante; leur liaison paraît intime : pour bien l'étudier, il faut s'écarter

un peu du chemin pratiqué sur la droite du ravin et remonter le long d'un petit torrent qui a creusé son lit à la jonction des deux terrains.

2° Des bancs énormes d'un poudingue solide, en masse obscurément stratifiée. Le ciment de cette roche est un calcaire pétri d'une grande quantité de grains de quartz roulés. Les fragments empâtés sont des cailloux composés en majorité de calcaires compactes, d'un gris clair, quelquefois de couleur légèrement rosée ; ils rappellent parfaitement les calcaires jurassiques des environs de Gigondas et en proviennent certainement ; avec eux, il y a beaucoup de silex, en général de couleur foncée, parfois verdâtres à leur surface. L'épaisseur totale de ces bancs est de 15 à 18 mètres.

3° Une longue série de marnes schistoïdes sableuses, d'un gris bleuâtre terreux ; elles sont en général friables et entremêlées de strates minces d'une roche de même nature, mais plus dure, dont les tranches sont par conséquent en saillie. On y trouve des bivalves se rapportant aux genres *Venus* et *Telline*, et des restes de *Balanes*. L'épaisseur est de 40 à 50 mètres.

4° Des bancs d'un calcaire très-solide à cassure esquilleuse, d'un gris clair, divisés en strates peu épais et serrés qui alternent avec des marnes sableuses plus tendres ; à l'endroit où ils coupent le ravin, on a construit un mur de chute de 15 mètres de hauteur environ. Ce système de couches, épais de 15 à 18 mètres, renferme le *Pecten scabriusculus*, des débris d'Echinides et de Bryozoaires ; il est fortement relevé vers le nord, comme tous les groupes précédents, et, en se prolongeant à l'est, il forme une

arête continue, très-escarpée, au pied de laquelle est bâti le village de Beaumes.

5° Une grande épaisseur de marnes bleuâtres sablonneuses, n'offrant de couches distinctes que dans leur partie inférieure. Plus haut, la stratification s'efface, et l'on n'a devant les yeux qu'une masse argilo-sableuse, compacte, d'apparence homogène, dont la puissance paraît augmenter de plus en plus. Cette mollasse argilo-sableuse constitue l'étage supérieur de terrain; elle forme, en aval du mur de chute mentionné plus haut, un escarpement de 25 à 30 mètres de hauteur, qui barre complètement le ravin et force les eaux à se détourner. De là elle s'étend sur les territoires de Beaumes, de Vacqueyras, de Gigondas, et dans toute la plaine. Les fossiles qu'on y rencontre sont : *Natica olla*; *Nassa granulata*; *Panopæa Faujasi*; *Arca diluvii*; *Pecten latissimus*, *P. pleuronectes*, *P. Beudanti*, *P. Burdigalensis*; *Janira solarium*; *Ostrea crassissima*, *O. undata*. Le *Pecten pleuronectes* se trouve dans un bel état de conservation aux environs de Gigondas et à *Pécoulette*, ferme située à 6 kilomètres est-sud-est d'Orange.

En allant de Gigondas à Malaucène par la montagne; on passe au pied du plateau de Saint-Amand, sur lequel il existe un dépôt de mollasse peu étendu, mais remarquable par son isolement et son altitude. Il consiste en un calcaire solide, à structure un peu celluleuse, pétri de grains de quartz, de débris d'Echinides et de Bryozoaires; son épaisseur n'est que de quelques mètres. Ce lambeau paraît être le reste d'une masse beaucoup plus considérable, qui de là s'étendait jusqu'à Lafare. On ob-

.Plateau
de Saint-Amand.

serve, en effet, entre ce dernier village et Châteauneuf-du-Redortier, des vestiges du même terrain que les érosions du sol n'ont pas fait entièrement disparaître. La mollasse de Saint-Amand, dominant d'une hauteur de 200 à 300 mètres toutes les roches du même âge situées aux environs, peut être citée comme un exemple des divers soulèvements qui ont séparé la période quaternaire de la tertiaire, soulèvements dont on rencontre, au reste, des preuves à chaque pas dans les Alpes.

Vallon
du Grozeau

La formation sextienne du vallon du Grozeau, près de Malaucène, dont nous avons déjà donné la coupe, est surmontée d'une série également très-intéressante de bancs marins appartenant à la mollasse. On peut vérifier de nouveau ici qu'il y a une concordance parfaite et une liaison intime entre les deux terrains, d'où l'on peut conclure qu'ils ont été déposés à des époques géologiques immédiatement consécutives. A partir des couches sextiennes les plus élevées, on observe sur la droite du vallon :

1° Des bancs d'un calcaire dur, tenace, pétri d'une grande quantité de grains de quartz roulés et de débris de pointes d'Echinides en petites plaquettes miroitantes; on y trouve assez communément l'*Echinolampas scutellatus*. En suivant dans leur prolongement ces bancs de calcaire arénacé, on les voit passer sur beaucoup de points à un poudingue à ciment calcaire, dont les noyaux, les uns arrondis, les autres anguleux, sont à peu près exclusivement siliceux, à surface noirâtre ou d'un vert foncé. Épaisseur moyenne : 12 à 15 mètres.

2° Des marnes d'un gris blanchâtre, alternant avec des

calcaires grossiers, caverneux, à texture lâche, remplis de grains de quartz et de petits cailloux verdâtres également siliceux. Épaisseur : 50 à 60 mètres.

3° Un calcaire tenace, gris jaunâtre, à cassure très-inégale, presque toujours celluleux. Il est tantôt d'apparence homogène, tantôt rempli de grains de quartz et de débris de coquilles, parmi lesquelles on distingue le *Pecten scabriusculus*. Épaisseur : 25 à 30 mètres.

4° Des sables gris et des marnes sablonneuses presque sans consistance. Épaisseur : 70 à 80 mètres.

5° Des macignos d'un gris sale, à grains fins, d'une faible dureté, semblables à la mollasse grise ordinaire. Épaisseur : 10 à 12 mètres.

6° Des sables et des marnes argilo-sableuses d'épaisseur inconnue, qui ont rempli le bassin où est située la ville de Malaucène.

Les groupes n° 1 à n° 3 nous ont paru constituer l'étage inférieur de la mollasse; ils sont dirigés à peu près du sud-ouest au nord-est, et plongent fortement vers le nord-ouest. Les groupes suivants, appartenant à la mollasse supérieure, ont une inclinaison moindre. Ces diverses couches font le tour du bassin de Malaucène en s'arrondissant en fer à cheval. Elles offrent par conséquent, à l'ouest de la ville, une inclinaison en sens contraire de celle qu'elles ont dans le vallon du Grozeau; vers le nord, elles continuent sans interruption jusqu'aux environs de Vaison.

Il est peu de localités où les différences d'aspect et de composition minéralogique, que l'on observe ordinaire-

Vaison,
Crestet,
Séguret.

ment entre les deux étages de la mollasse, soient aussi frappantes qu'à Vaison. L'étage inférieur consiste en un énorme rocher d'un calcaire gris, sans stratification distincte, de 35 à 40 mètres d'épaisseur. La vieille ville, située sur la rive gauche de l'Ouvèze, est bâtie sur le flanc incliné de ce rocher, dont le point culminant est occupé par les ruines d'un ancien château. Son prolongement est visible du côté opposé de la rivière, où il présente, sur une certaine longueur, un escarpement à pic au sommet duquel on a bâti un oratoire. Cette masse calcaire est très-dure, remplie de points verts, de grains de quartz et de concrétions blanches, globuliformes, de la grosseur d'une noix ou même d'un œuf; sur quelques points, elle passe à un poudingue dont les noyaux, en général siliceux, sont verdâtres à la surface; on y voit aussi, mais assez rarement, des débris du *Pecten scabriusculus*, des dents de Squales et des Bryozoaires. Ce premier étage de la mollasse s'enfonce, au nord et au nord-est, sous une grande épaisseur de sables, d'argiles et de macignos friables, associés à des poudingues sans consistance. Ces diverses roches occupent la plus grande partie de l'espace compris entre l'Ouvèze et l'Aigues, et vont se rattacher au terrain de même nature qui constitue les environs de Visan et de Valréas.

Il nous reste à ajouter que les villages de Crestet et de Séguret, situés l'un au sud et l'autre au sud-ouest de Vaison, se trouvent exactement dans la même position géologique que cette ville. Ils sont bâtis sur le flanc de rochers escarpés, dont les bancs redressés jusqu'à la

verticale appartiennent à la mollasse inférieure. A leur pied, on observe la mollasse argilo-sableuse, qui de là s'étend au loin dans la plaine.

Depuis Crillon jusqu'à Malemort, l'étage inférieur de la mollasse forme, parallèlement au versant occidental du massif de Ventoux, une série de collines remarquables par leur continuité et la régularité de leur alignement. Les couches, composées de calcaires arénacés plus ou moins solides et de macignos pareils à ceux qui ont déjà été décrits, sont dirigées du nord-nord-ouest au sud-sud-est avec une forte inclinaison vers la région ouest; elles reposent immédiatement sur les calcaires sextiens, et leur sont, comme à l'ordinaire, intimement liées. On y trouve, près de Mormoiron, le *Pecten palmatus*, le *P. scabriusculus* et l'*Echinolampas scutellatus*.

De Crillon
à Malemort.

Au sud de Malemort, la mollasse est en contact à l'ouest avec les calcaires sextiens, et s'appuie immédiatement à l'est sur le néocomien supérieur. Il est à remarquer que ce changement dans la superposition en produit un dans l'allure des couches, qui cessent d'être inclinées. Leur horizontalité s'observe aux environs de Venasque, du Beaucet, de Saumanes, de Vaucluse et de Lagnes. Elle se vérifie également sur le versant sud du même massif de montagnes, à Cabrières et à Gordès, arrondissement d'Apt. On doit en conclure que le soulèvement qui a exhaussé le terrain néocomien depuis Vaucluse jusqu'aux environs de Lagarde, à peu près dans la direction du sud-ouest au nord-est, est antérieur à la mollasse.

Mollasse
au sud
de Malemort.

Le terrain de la mollasse occupe une étendue fort considérable dans la vallée du Caulon, où il n'offre d'ail-

Vallée
du Caulon.

leurs rien de particulier sous le rapport de la composition des roches, ni sous celui des fossiles, qui sont peu abondants. Nous signalerons seulement son allure dans le voisinage du Léberon. On observe le long de cette chaîne, depuis Robion jusqu'à Perrières, commune de Ménerbes, une série de petits mamelons parfaitement alignés, sur lesquels on a bâti quelques villages. Ces monticules, qui sont en partie indiqués sur la carte de Cassini, sont tous formés de couches de la mollasse inférieure fortement relevées contre le calcaire néocomien. A Oppède, cette mollasse présente deux assises qui rappellent celles de la colline de Sainte-Juste, près de Saint-Paul-Trois-Châteaux. La plus basse, épaisse de 60 à 70 mètres, consiste principalement en sables grossiers et en grès quartzeux grisâtres; l'autre est composée de 20 à 25 mètres d'un grès marneux blanchâtre, à grains fins, susceptible de fournir une bonne pierre de construction: on l'exploite en effet pour cet usage. Au-dessus, il y a des grès friables et des marnes sableuses appartenant probablement à l'étage supérieur de la mollasse. Ce terrain, suivi à l'est, sur le territoire de Bonnieux, de Buoux et de Sivergues, n'est plus fortement relevé vers le Léberon comme à Oppède, mais son altitude toujours croissante, qui atteint à Sivergues près de 1,000 mètres, prouve que, malgré son horizontalité, il n'est pas resté en place. Le sol paraît avoir éprouvé dans son ensemble un exhaussement considérable. Nous verrons bientôt que, sur le versant opposé du Léberon, les dislocations de la mollasse ne sont pas moins évidentes.

2° Mollasse d'eau douce.

Les couches d'eau douce subordonnées à la mollasse ne se montrent dans le département de Vaucluse qu'entre le Léberon et la Durance, principalement aux environs de Cadenet, de Cucuron, de Pertuis et de Mirabeau.

À Cadenet, la mollasse, prise dans son ensemble, offre la coupe suivante, en marchant vers le nord à partir du village :

Coupe
à Cadenet.

1° Des couches de sables et de macignos tendres, formant la base et les versants de la colline sur le penchant de laquelle Cadenet est bâti. Elles paraissent à peu près horizontales, et sortent de dessous les alluvions récentes de la Durance. Épaisseur apparente : 35 à 40 mètres.

2° Des grès quartzeux et des calcaires grossiers arénacés de dureté moyenne, alternant avec des marnes sableuses friables. Ils couronnent la colline de Cadenet, et supportent les ruines de son ancien château. Ce groupe, épais de 12 à 15 mètres, renferme une prodigieuse quantité de coquilles. Ce sont des moules de Bivalves, des Peignes, des Huitres, des Echinides, des Polypiers, parmi lesquels on distingue : *Venus Brochii*; *Pecten scabriusculus*, *P. maximus*, *P. latissimus*; *Clypeaster scutellatus*; — *Ceripora palmata*. Le dernier banc coquillier, qui paraît plus dur que les autres; constitue la surface d'un petit plateau de quelques centaines de mètres de largeur. En marchant sur ce plateau, toujours dans la direction du nord, on atteint bientôt un se-

cond monticule, composé de couches d'eau douce qui forment le groupe suivant.

3° Un groupe d'eau douce immédiatement superposé à la mollasse coquillière précédente. Il consiste en une marne grise ou légèrement rougeâtre, un peu argileuse, qui alterne en bancs puissants de plusieurs mètres avec des lits beaucoup plus minces d'un calcaire blanc, compacte, d'aspect lacustre, remplacé quelquefois par un poudingue à noyaux calcaires et à ciment marno-sableux. La marne grise est surtout épaisse en commençant; les calcaires et les poudingues viennent ensuite; leur fréquence paraît augmenter à mesure que l'on s'élève. Ce système de couches, dont la puissance ne dépasse pas 30 à 35 mètres, rappelle le terrain sextien par son aspect et la nature de ses roches; mais il en diffère complètement par sa position stratigraphique. On y trouve des coquilles d'eau douce, les mêmes que celles de Cucuron, que nous citerons bientôt.

Ce dernier groupe marno-calcaire est recouvert par un dépôt de transport qui n'a aucune liaison avec lui, et que nous décrirons plus tard comme appartenant au terrain tertiaire lacustre le plus récent des Alpes (1).

Environs
de Cucuron.

On observe au pied du versant méridional du Léberon, aux environs de Cucuron et de Vaugines, une coupe de terrain pareille à celle de Cadenet. Les couches les plus basses sont formées d'une mollasse marine, coquillière, en bancs épais, où l'on trouve : *Pyrula transversalis*; *Venus Brochii*; *Tellina sinuata*; *Pecten benedictus*, *P. sca-*

(1) Voyez la coupe n° 6.

brusculus, *P. plano-sulcatus*; *Anomia fornicata*. Sur cette mollasse reposent en stratification parfaitement concordante des marnes rougeâtres en bancs de 5 à 10 mètres d'épaisseur, alternant avec des poudingues calcaires et des calcaires lacustres, blancs, compactes; leur puissance totale, beaucoup plus considérable ici qu'à Cadenet, paraît comprise entre 130 et 150 mètres. On y trouve, d'après M. Matheron, les coquilles suivantes : *Paludina anatina*, *P. similis*; *Melanopsis Dufourii*; *Helix Christolii*, *H. Dufrenoyi*, *H. pseudo-conspurcata*; *Succinea amphibia*; *Planorbis corneus*. Quelques-unes de ces espèces sont encore vivantes. Il est à remarquer que les couches tertiaires dont nous venons de parler, au lieu de se relever contre la base du Léberon, qu'elles recouvrent sur une grande longueur, plongent au contraire de son côté, et qu'elles conservent cette inclinaison discordante jusqu'au contact même du calcaire néocomien. En cherchant à nous rendre compte de la cause d'une disposition aussi anormale, nous avons pensé qu'on pouvait la trouver dans une ondulation souterraine du terrain néocomien, qui, à une certaine distance du Léberon, aurait renversé contre lui les couches adjacentes. On voit en effet, au sud de Vaugines, sur la lisière de la mollasse, un affleurement de calcaire dont la surface paraît repliée en forme de voûte, suivant un axe parallèle à la direction de la chaîne (1).

Les couches d'eau douce qui tout près de Cucuron

(1) Nous avons figuré cette ondulation dans la coupe n° 7, où l'on voit comment elle a pu produire l'inclinaison des couches de la mollasse contre le Léberon.

sont associées à la mollasse marine se prolongent du côté de l'est, le long de la chaîne du Léberon, jusqu'au delà du village de Cabrières; on observe que leur puissance et la largeur de l'espace qu'elles occupent augmentent considérablement, et que les marnes rouges dont elles sont principalement composées prennent une grande extension. A 4 kilomètres de Cucuron, sur le bord même du chemin qui conduit à Cabrières, ces marnes, profondément entamées par un ravin, offrent un gîte fort intéressant de mammifères fossiles. M. Jules de Christol, le premier qui l'ait étudié, y a découvert des animaux curieux, jusqu'alors inconnus, entre autres un genre nouveau de Solipèdes, auquel il a donné le nom d'*Hipparion*. Ces mêmes ossements ont été aussi l'objet d'un examen approfondi de la part de M. Paul Gervais, qui en a fait les espèces suivantes : *Hipparion prostylum*; *Cervus Matheroni*; *Antilope deperdita*, *A. arcuata*; *Sus major*; *Hycæna Hipparionum* (1). A ces mammifères, déterminés spécifiquement, il faut en ajouter quelques autres encore imparfaitement connus; savoir : un Rhinocéros de petite taille, un Mouton, un Bœuf supérieur par ses dimensions aux plus grandes espèces fossiles (2). Les restes d'Hipparions sont à beaucoup près les plus abondants.

Environs
de Pertuis.

En se rendant de Cabrières à Pertuis, on cesse de marcher sur la mollasse d'eau douce lorsqu'on a atteint les environs de la Motte-d'Aigues. Les couches marines

(1) *Zoologie et Paléontologie françaises*, p. 342 et suiv.

(2) *Annales des sciences et de l'industrie du midi de la France*, t. I, p. 181.

inférieures reparaissent à l'ouest et au sud de ce village ; elles font le tour de l'étang de la Bonde, et on peut les suivre, en continuant à s'avancer vers le sud, jusque tout près d'une ferme nommée *la Marchande*, située à 3 kilomètres nord de Pertuis. Ici la mollasse d'eau douce reparaît, mais avec une puissance et une étendue bien moindres qu'entre Cucuron et Cabrières. Elle constitue un monticule allongé d'une faible élévation, composé de calcaires blancs lacustres, qui alternent en bancs de quelques décimètres avec des marnes grises. Ces couches, suivies du côté de l'ouest, sont couronnées par un dépôt de transport marno-caillouteux, que nous avons déjà signalé comme appartenant au terme le plus élevé de la série tertiaire des Alpes. Coupées par le torrent de Mardarie, qui a même entamé profondément la mollasse marine sous-jacente, elles reparaissent au delà, et forment, entre ce torrent et le Laval, une seconde colline entièrement semblable à la précédente. Ce terrain, qui doit être considéré comme le prolongement rigoureux de celui que nous avons décrit aux environs de Cadenet, a dû remplir autrefois tout l'espace compris entre ce dernier village et la Tour-d'Aigues, et sans doute il s'étendait encore beaucoup au delà.

Le village de Mirabeau est bâti sur des couches d'eau douce qui sont superposées à la mollasse marine des environs, et qui se trouvent par conséquent dans la même position géologique que celles de Cadenet et de Cucuron. Quoiqu'elles soient beaucoup moins puissantes et d'un aspect assez différent, nous les croyons cependant du même âge. Elles sont composées d'un calcaire

compacte, gris-bleuâtre, qui est criblé de cavités irrégulières et associé à des grès jaunâtres peu cohérents. Ce groupe de grès et de calcaires, dont la puissance ne paraît pas dépasser 3 à 4 mètres, renferme des Hélices et des Lymnées; il repose sur une épaisseur de 35 à 40 mètres de couches marines le plus souvent coquillières, renfermant l'*Ostrea crassissima*, l'*Anomia ephippium*, des Peignes et des Balanes.

Age géologique.

On doit conclure de ces faits qu'immédiatement après le dépôt de l'étage inférieur de la mollasse, le sol ayant éprouvé un léger exhaussement, le bassin actuellement occupé par la Durance, au sud du Léberon, est devenu un lac d'eau douce vraisemblablement contemporain d'autres lacs salés, dans le sein desquels la mollasse marine a continué à se déposer. Ainsi, dans notre opinion, l'étage marin supérieur de ce terrain serait l'équivalent de la formation lacustre de Cucuron et des autres lieux voisins. Nous rappellerons, à l'appui de cette opinion, que l'on a trouvé des restes d'Hipparions à Visan, où la mollasse supérieure est bien caractérisée.

De Pertuis
à la Bastidone.

Il nous reste à indiquer une assise d'eau douce intercalée dans le sein de la mollasse marine inférieure, et par conséquent différente sous le rapport de l'âge de celle de Cucuron. On l'observe à peu près à égale distance de Pertuis et du village de la Bastidone. Une coupe des couches tertiaires de cette localité, faite perpendiculairement à leur direction, c'est-à-dire du nord au sud, présente la succession suivante :

1° Des calcaires d'eau douce sextiens, situés sur la droite de la grande route qui conduit à Mirabeau. Ils

forment avec des poudingues et des marnes rouges un groupe très-épais, qui de là s'étend jusqu'à la plaine alluviale de la Durance.

2° Des couches de mollasse marine avec *Ostrea crassissima*. Elles sont composées de calcaires grossiers pétris de grains de quartz, de macignos et de sables alternant ensemble. Épaisseur : 130 à 150 mètres.

3° Un banc de calcaire lacustre avec Hélices et Planorbes. Il est situé sur la gauche en allant à Mirabeau, à quelques centaines de mètres de distance de la route. Épaisseur : 1^m.30 à 1^m.80.

4° Des couches de mollasse marine, consistant surtout en grès quartzeux et en calcaires arénacés. Épaisseur : 14 à 15 mètres.

Le banc de calcaire d'eau douce, qui dans cette coupe est subordonné à l'étage inférieur de la mollasse, renferme sur quelques points une immense quantité d'Hélices; elles nous ont paru se rapporter à plusieurs espèces distinctes, et particulièrement à l'*Helix Micheliniana*.

§ IV. Terrain lacustre supérieur.

Le terrain d'eau douce, qui termine la série des formations tertiaires des Alpes, est si incomplet et si peu développé dans le département de Vaucluse qu'il nous serait impossible d'en donner une idée exacte si nous nous bornions à le décrire dans ce département. En conséquence, nous allons faire connaître ses caractères généraux, tels qu'on les observe dans les Basses-Alpes, où il est

puissant et étendu. Nous verrons que le dépôt correspondant de Vaucluse n'en est que le prolongement très-aminci.

Caractères
dans le département
des
Basses-Alpes.

Le département des Basses-Alpes renferme dans sa partie méridionale une plaine élevée, d'une vaste superficie, dans le sein de laquelle la Durance, l'Asse et la Bléone se sont profondément encaissées. Elle est limitée : à l'ouest, par une chaîne de collines, formée principalement de mollasse, qui s'étend presque sans discontinuité depuis Manosque jusqu'aux environs de Sisteron; au nord, à l'est et au sud, par une suite de montagnes plus ou moins élevées, en partie jurassiques et en partie néocomiennes, dont le contour passe par Thoard, Digne, Moustier et Gréoux. Ce bassin, dont l'étendue doit être évaluée au moins à 4,400 kilomètres carrés, a été rempli par un puissant terrain d'eau douce, qui, sur tous les points où il est en contact avec la mollasse, la recouvre évidemment (1). Il est essentiellement composé de poudingues, de cailloux incohérents, de marnes argileuses grises ou rougeâtres, d'argiles sableuses et de grès friables à ciment marneux. Ces roches sont à peu près les mêmes que celles que nous avons indiquées comme constituant la mollasse supérieure. Cependant la formation dont nous parlons a un tout autre faciès que cette mollasse, ce qui est dû surtout à la grande prédominance des poudingues et des cailloux incohérents; ceux-ci lui donnent l'aspect d'un véritable terrain de transport. Sur beaucoup de points, les roches qui entrent dans sa com-

(1) Voyez, pour le contour de ce terrain, la carte géologique de France, où il est marqué très-exactement.

position sont distinctement stratifiées, et alternent en bancs réguliers. On y trouve quelquefois des couches subordonnées d'un lignite assez pur et assez épais pour être exploité avec avantage.

Les poudingues sont, comme nous l'avons dit, les roches dominantes de ce terrain; ils présentent des cailloux en général bien arrondis, cimentés plus ou moins solidement par une marne sableuse. L'immense majorité de ces cailloux appartient à des calcaires; après, les débris les plus nombreux sont des grès de diverses espèces; puis viennent les silex et les quartz compactes. Parmi les calcaires, on en distingue qui paraissent jurassiques, et d'autres, en plus grand nombre, qui proviennent des formations crétacées. Celles-ci ont fourni en totalité les silex et les grès; ces derniers sont pour la plupart quartzeux et ferrugineux. Quelques calcaires sont d'apparence lacustre, et viennent sans doute de la destruction des couches sextiennes des environs. Les marnes argilo-sableuses, associées presque partout aux poudingues, sont habituellement rougeâtres, et communiquent souvent cette teinte à tout le terrain. On y trouve quelquefois des coquilles d'eau douce ou terrestres, particulièrement des *Helix*. Les grès et les sables accompagnent tantôt les poudingues et tantôt les marnes argileuses; ils s'y mêlent ou alternent avec eux. En somme, il n'y a aucun ordre constant dans la position relative de ces diverses matières. Ainsi les poudingues, les grès, les sables et les marnes, se trouvent indifféremment à toutes les hauteurs et s'associent de toutes les manières.

Lorsqu'on compare les poudingues tertiaires aux dé-

pôts quaternaires des bords de la Durance, avec lesquels ils sont en contact immédiat sur de grandes longueurs, on est frappé de la différence qui existe entre eux sous le rapport de la composition. Les dépôts quaternaires renferment une forte proportion de roches alpines cristallisées, parmi lesquelles on en distingue sans peine qui sont propres au département des Hautes-Alpes; dans les poudingues tertiaires, on n'en trouve *pas une seule* (1). Il est clair, par conséquent, que ce terrain s'est formé à une époque où la pente générale du sol n'était pas la même que de nos jours. La vallée de la Durance n'était pas encore ouverte, et les courants, qui amenaient alors des courants dans cette partie du département, venaient probablement des montagnes situées au levant et au midi.

Nous ajouterons que les couches de ce même terrain ont évidemment éprouvé des dislocations : ainsi, entre Volonne et Digne, elles ont été portées à une grande hauteur et fortement relevées. On observe qu'à partir d'une crête dirigée à peu près de l'ouest à l'est, depuis les Mées jusqu'aux environs de Mezel, le sol présente une surface unie, régulièrement inclinée du nord vers le sud; mais cette pente est trop forte et trop continue pour être naturelle au dépôt : on ne peut l'attribuer qu'à un mouvement général de bascule que cette partie du bassin aurait éprouvé après son remplissage (2).

(1) On peut faire cette observation très-facilement à l'extrémité du pont de Château-Arnoux, sur la rive droite de la Durance.

(2) On connaît depuis longtemps dans le Bas-Dauphiné, près de la Tour-du-Pin et dans beaucoup d'autres lieux, un terrain d'eau douce

Caractères
dans le département
de Vaucluse.

Le terrain de transport, dont nous venons de faire connaître les principaux caractères, présente dans sa partie nord, entre Volonne et Digne, une puissance énorme, égale à plusieurs centaines de mètres; mais, en le suivant de là vers le sud, on le voit s'amincir graduellement avec assez de rapidité. A Corbières, village des Basses-Alpes situé près des frontières de Vaucluse, il se réduit à une masse marno-caillouteuse rougeâtre, qui ne paraît pas avoir plus de 80 à 90 mètres de hauteur. Ce terrain caillouteux est le plus souvent incohérent; il forme une zone de collines peu étendues en largeur, et borde la rive droite de la Durance jusque tout près du pont de Mirabeau. De ce point il s'étendait autrefois à l'ouest, du côté de Pertuis. S'il manque aujourd'hui entre cette ville et Mirabeau, on doit l'attribuer aux érosions profondes qui ont entamé la mollasse dans cette partie du département et ont fait disparaître en même temps les matières meubles placées au-dessus. Mais au nord-ouest de Pertuis, près de la ferme nommée la Marchande, déjà citée, un îlot de calcaire compacte de la mollasse d'eau douce, ayant pu, par sa ténacité, résister à la destruction générale du sol environnant, a préservé par le fait même le terrain de transport sans consistance qui lui était superposé. Ce lambeau de terrain, qui couvre un petit plateau de 4 à 5 kilomètres de superficie, sur lequel se

supérieur à la mollasse, qui est l'équivalent de celui des Basses-Alpes. Il est également composé de poudingues, de marnes argileuses, de sables et de macignos, avec couches de lignite subordonnées. Sa puissance est considérable, et l'on y trouve beaucoup de coquilles d'eau douce, dont quelques-unes d'espèces encore vivantes.

trouve une grange dite *la Bastide-Neuve*, est identique, par sa composition et son aspect, avec le dépôt caillouteux rougeâtre s'étendant de Corbières au pont de Mirabeau; seulement sa puissance est beaucoup moindre et ne paraît pas dépasser 15 à 20 mètres. Il consiste en un amas de cailloux incohérents, la plupart bien arrondis, disséminés dans une argile sableuse et fortement ocreuse. Ces cailloux, comme ceux du même terrain dans les Basses-Alpes, appartiennent en majorité à des calcaires qui, d'après leurs caractères extérieurs, paraissent les uns jurassiques, les autres néocomiens. On remarque qu'ils sont assez souvent roux ou ocreux à leur surface, comme s'ils avaient subi un commencement d'altération. Ils sont associés à des grès quartzeux, à des silex et à des quartz d'aspect varié, semblables à ceux des formations crétacées du pays environnant. Ce dépôt, quoique peu éloigné de la Durance, ne renferme aucune des roches granitiques, amphiboliques ou porphyroïdes qui sont propres aux Hautes-Alpes; il est donc bien certainement tertiaire, et ne saurait être confondu avec les poudingues quaternaires de la vallée, où ces mêmes roches sont communes. Cette remarque importante, que nous avons déjà faite en comparant les deux terrains dans le département des Basses-Alpes, leur est également applicable dans Vaucluse et établit entre eux une distinction certaine.

Le lambeau de terrain tertiaire supérieur de la Bastide-Neuve, dont nous venons de parler, est le plus considérable des environs de Pertuis. Plus à l'ouest, entre les torrents de Laval et de Mardarie, il en existe un second dont le gisement est tout pareil; il est superposé à

des couches de calcaire compacte lacustre, qui présentent ici leurs affleurements coupés à pic de tous côtés. Un troisième monticule composé de calcaires d'eau douce, également couronnés par des cailloux tertiaires, est celui qui s'élève sur le plateau de Cadenet, du côté du nord : nous l'avons déjà mentionné. Enfin un quatrième gîte du même terrain, mais beaucoup moins étendu que les précédents, s'observe près de Puivert, sur la gauche de la route de Cadenet à Lourmarin. Dans ce dernier lieu nous n'avons pas aperçu d'affleurements de calcaire d'eau douce, et les cailloux roulés sont peut-être immédiatement superposés à la mollasse marine. Ces divers dépôts sont tous exactement semblables entre eux et présentent les caractères déjà indiqués ; ils sont évidemment les restes d'une nappe unique qui de là allait sans doute se rattacher à celle des environs de Mirabeau. Nous ajouterons en terminant que ces cailloux sont complètement indépendants des couches de calcaire d'eau douce sur lesquelles ils reposent ; ils n'ont pas avec elles la moindre liaison. Celles-ci appartiennent donc bien sûrement au groupe de la mollasse.

CHAPITRE V.

TERRAINS QUATERNAIRES.

Notions
préliminaires.

Pendant longtemps les géologues se sont fait une idée peu exacte des terrains de transport quaternaires, connus sous le nom de *diluviens* ; ils les considéraient comme le produit d'une inondation subite, passagère, due à des courants violents qui avaient sillonné une partie de nos continents et laissé sur leur passage de longues traînées de matières de transport. Il n'est plus possible aujourd'hui d'avoir la même opinion de ces dépôts : car, en les observant avec soin, on parvient à en distinguer plusieurs, trop différents par leur gisement et leurs caractères minéralogiques pour être du même âge. Leur ensemble paraît devoir être rapporté à une période probablement de longue durée, pendant laquelle la surface de la terre a été le théâtre de phénomènes variés, extrêmement remarquables, et d'autant plus importants à étudier que, placés entre les temps géologiques anciens et l'époque actuelle, ils leur servent de lien. Il est vraisemblable que, lorsqu'ils seront bien connus, un vif trait de lumière éclairera l'histoire encore si mystérieuse des révolutions de notre globe.

Il n'est peut-être pas de contrée en Europe où les terrains diluviens soient plus complets et mieux caractérisés qu'au pied des Alpes, dans le Bas-Dauphiné et dans la vallée du Rhin. En généralisant les observations que nous avons faites dans ces deux pays, nous avons été conduit à subdiviser la période quaternaire en cinq époques, remplies chacune par des phénomènes bien distincts que nous allons indiquer en peu de mots (1) :

1° Le sol a été soulevé en masse sur de vastes étendues, en même temps que sa partie la plus superficielle a été brisée de diverses manières. Par l'effet de ces dislocations, les Alpes et les montagnes adjacentes, alors peu élevées, ont acquis leur relief définitif. Après ces convulsions et pendant les temps de calme qui les ont suivies, les vallées, déjà ébauchées par les soulèvements, ont été achevées par l'érosion ; elles sont devenues *nos vallées*, sauf qu'alors elles étaient probablement plus étroites ; elles étaient aussi plus profondes à leur embouchure, ce qui les rendait moyennement plus inclinées.

2° Ces vallées, après leur creusement, ont été comblées jusqu'à une certaine hauteur par un terrain d'atterrissement que nous nommons *diluvium inférieur* ou *des vallées*.

3° Plus tard, un autre terrain de transport s'est superposé au précédent. L'un et l'autre se distinguent aujourd'hui nettement, parce qu'ils diffèrent beaucoup par leurs caractères minéralogiques. Le second terrain a pu s'é-

(1) Nous renvoyons, pour plus de détails, aux mémoires que nous avons publiés sur la période quaternaire dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, tomes 14, 15 et 16.

tendre transgressivement sur le premier, qui avait comblé les vallées, et sur les hauteurs environnantes, qui évidemment à cette époque étaient sous l'eau. Nous l'appelons pour cette raison *diluvium des plateaux*.

4° Le dépôt des deux terrains de transport dont nous venons de parler a été suivi d'une époque d'affouillement, pendant laquelle les vallées précédemment comblées ont été en grande partie déblayées. Cette érosion ayant été interrompue par intervalles, et, par suite, les eaux ayant coulé successivement à divers niveaux, il en est résulté d'anciens lits étagés appelés *terrasses*. Il n'est pas de rivière un peu considérable qui n'en présente des traces plus ou moins nettes. On observe ordinairement à la surface de ces anciens lits une couche de sable et de cailloux en général peu épaisse, fort différente des alluvions actuelles, semblable au contraire par sa composition minéralogique au diluvium des plateaux, dont elle ne se distingue guère que par le gisement. Nous appelons *diluvium des terrasses* ce troisième terrain de transport, dont le représentant le plus connu et le plus considérable est la formation appelée *lehm* sur les bords du Rhin.

5° Après les érosions successives qui ont donné aux vallées leur forme actuelle, il est survenu un phénomène très-remarquable, savoir la dispersion des blocs alpins, dits *erratiques*. On sait que ces blocs, distants quelquefois de 12 à 15 myriamètres de leur point de départ, sont répandus par milliers sur les versants des montagnes qui regardent les Alpes et dans les plaines environnantes. Comme on les observe indifféremment sur les trois terrains diluviens indiqués plus haut, et qu'en outre il est

prouvé qu'au moment de leur dépôt le sol avait exactement sa configuration actuelle, on doit en conclure que leur dispersion a été le dernier des phénomènes quaternaires; il a clos les temps géologiques, et a établi entre eux et la période moderne une séparation très-nette.

Les faits, en apparence compliqués et sans liaison, dont nous venons de présenter le tableau, sont au contraire étroitement liés entre eux. Nous verrons qu'ils peuvent s'expliquer, au moins dans leur ensemble, en les faisant dépendre d'une cause géogénique unique, qui a joué autrefois un rôle important : nous voulons parler des *oscillations lentes* du sol pendant les temps de calme qui ont séparé les grandes révolutions géologiques. Mais, avant d'aborder ces idées théoriques, nous avons à prouver qu'à l'exception des blocs erratiques, le département de Vaucluse renferme tous les autres terrains diluviens nommés plus haut ; que le sol de ce pays a éprouvé pendant la période quaternaire de vastes et profondes érosions; enfin que là, comme ailleurs, cette période a été inaugurée par des soulèvements de montagnes et par de grands changements physiques.

Parmi les terrains de transport que nous aurons à décrire, les plus importants se trouvent sur les bords du Rhône; d'autres appartiennent à ses affluents, et parmi eux nous distinguerons ceux de la Durance. Un dépôt probablement de la même époque, mais d'une nature particulière et très-différent des autres par son origine, s'observe sur les plateaux calcaires. Afin de mettre de l'ordre dans un sujet aussi varié, nous le diviserons en

plusieurs articles; le dernier aura pour objet la théorie des phénomènes quaternaires.

1° Soulèvements et dislocations quaternaires.

Configuration
physique
du sol
tertiaire.

On ne doit pas douter que, lorsque les dernières couches tertiaires achevaient de se déposer, la configuration physique du département de Vaucluse et des pays environnants ne fût très-différente de celle que devaient bientôt leur donner les soulèvements quaternaires. La surface du sol n'était alors sillonnée par aucune de ces nombreuses vallées d'érosion qui convergent vers le Rhône et la Durance, et dont les eaux, en se réunissant à celles de ces deux rivières, vont se perdre dans la Méditerranée. Cette mer elle-même avait un contour si peu ressemblant à celui que dessinent nos côtes actuelles qu'en réalité elle n'existait pas. Cependant une partie des Alpes était déjà émergée; il en sortait par conséquent des cours d'eau alimentés par les pluies de cette époque, mais en général leur écoulement n'avait pas lieu vers le sud. Nous avons fait remarquer, en décrivant les terrains tertiaires, que les roches du Briançonnais manquaient complètement dans le terrain d'eau douce supérieur qui borde la Durance dans les Basses-Alpes et dans Vaucluse, et nous en avons tiré la conséquence qu'alors cette rivière ne traversait pas le pays. Le défilé qu'elle franchit à Sisteron n'était pas encore ouvert, ni probablement celui que l'on appelle le pertuis de Mirabeau. Des observations analogues ont été faites pour le Rhône. Les

couches les plus récentes de la mollasse, que l'on voit non loin de ce fleuve, à Saint-Yriex près de Bollène, à Saint-Paul-Trois-Châteaux et ailleurs, n'offrent aucune trace de débris dont l'origine soit sûrement des Alpes Centrales. Tout annonce que jusqu'à la fin de la période tertiaire, les lieux, environnant la partie de cette chaîne alors existante, ont été occupés par une série de lacs, plus ou moins considérables, alternativement marins et d'eau douce. Les lacs d'eau douce ont subsisté les derniers et ont reçu les couches de l'étage tertiaire supérieur. La plupart de ces lacs communiquaient sans doute entre eux, et des courants étaient établis des uns aux autres. Quant au côté de l'horizon vers lequel avait lieu l'écoulement général, il nous est resté complètement inconnu. La révolution géologique, qui a mis fin à cet ordre de choses, a consisté : d'abord, en un exhaussement de l'ensemble du terrain d'où est résulté le bassin du Rhône avec sa pente et son étendue actuelles; puis, en dislocations partielles qui ont brisé et soulevé les couches de mille manières. Ces dislocations ont eu lieu sur de vastes surfaces; toute la chaîne des Alpes, le Jura et les montagnes environnantes en présentent des traces. Nous ne mentionnerons ici que celles d'entre elles qui sont spéciales au département de Vaucluse et aux pays les plus voisins.

Nous faisons dater de cette époque le relief définitif du mont Ventoux et du Léberon. Cette dernière chaîne, très-étroite relativement à sa longueur, et bordée presque de tous côtés de couches de mollasse fortement relevées, paraît avoir été formée, au moins en grande

Soulèvements
quaternaires.

partie, d'un seul jet. Quant au massif du mont Ventoux, il résulte de ce qui a été dit plus haut, qu'avant le dépôt de la mollasse, et même avant celui du grès vert inférieur, il avait déjà un relief considérable au-dessus des eaux environnantes. Il est certain que cette hauteur s'est ensuite accrue postérieurement aux terrains tertiaires ; car ceux-ci, dans son voisinage, ont été manifestement soulevés. On en a la preuve dans les petits dépôts de mollasse et de calcaire d'eau douce de Montbrun et de Sault, placés aujourd'hui à près de 700 mètres au-dessus de la mer, tandis que ceux qui leur correspondent dans la plaine n'ont qu'une altitude maximum de 200 à 300 mètres.

Quel que soit le sens dans lequel on marche, en suivant le prolongement de la crête du mont Ventoux, on remarque une série de dislocations qui certainement datent du commencement de la période quaternaire. À l'est, elles ont donné naissance à la montagne de Lure, située entre Forcalquier et la vallée de Jabron ; et un peu plus loin, à la coupure profonde dans laquelle coule la Bléonne entre Digne et les Mées. Dans cette dernière vallée, les couches du terrain tertiaire supérieur ont été relevées parallèlement à la direction du Ventoux et portées sur quelques points à une très-grande hauteur. Du côté de l'ouest, le même système de soulèvement a rendu verticales les couches tertiaires au pied desquelles est bâti le village de Beaumes, et a placé la mollasse du plateau de Saint-Amand à la hauteur où nous la voyons aujourd'hui.

Dans notre aperçu sur la géographie physique du département, nous avons parlé des rapports orographiques

existant entre le mont Ventoux et le Léberon, qui paraissent être deux ondulations contemporaines du terrain néocomien. Une troisième ondulation du même système de couches a donné naissance aux collines qui, dans le département des Bouches-du-Rhône, s'élèvent au midi de la Roque-d'Anthéron, et dont le prolongement à l'ouest constitue la chaîne dite des Alpines, près d'Orgon. Dans le voisinage de ces montagnes, la mollasse a été également dérangée de sa position initiale, et souvent portée à une grande hauteur. Pour cette raison, nous ne pensons pas que ces soulèvements puissent remonter au delà des temps quaternaires. Il en est de même de ceux qui ont créé les montagnes de Sainte-Victoire et de la Sainte-Beaume en Provence. Quoique plus éloignées que les chaînes précédentes du mont Ventoux, elles ont avec lui une analogie évidente.

Les soulèvements du commencement de la période quaternaire, dont nous ne pouvons donner ici qu'une idée très-incomplète, ont été suivis du creusement des vallées du Rhône, de la Durance, et de leurs principaux affluents ; puis a eu lieu successivement dans ces vallées le dépôt de divers terrains de transport dont nous allons maintenant nous occuper.

2° Dépôts diluviens des bords du Rhône.

Nous commencerons la description des diluvium des bords du Rhône par ceux du Pontet, près d'Avignon, dont l'étude est facile.

Distinction
de
deux diluvium
au Pontet.

A l'extrémité sud du village du Pontet, sur la gauche de la grande route en allant à Avignon, une large excavation, pratiquée dans le sol pour l'extraction du gravier, a mis à découvert deux terrains de transport dont la ligne de séparation est très-nette, surtout dans la partie nord de la carrière. Le terrain inférieur, dont la puissance est inconnue, consiste en un amas de cailloux de grosseurs très-variées, dont le diamètre peut aller jusqu'à 15 centimètres. Ces cailloux sont formés de roches diverses, parmi lesquelles dominent les quartzites, les calcaires et les granites. Nous indiquerons bientôt avec détails leur nature minéralogique. Ils sont disséminés dans un sable gris clair, fortement effervescent avec les acides, dans lequel on distingue facilement, outre des particules calcaires, un grand nombre de petits grains de quartz roulés et quelques lamelles de mica. Du côté du nord, où ce terrain est coupé verticalement sur une hauteur d'environ 2^m.50, il offre des strates grossiers et irréguliers, diversement inclinés à l'horizon, en tout semblables à ceux que l'on observe souvent dans les amas de cailloux déposés par les eaux. Ces strates consistent en veines d'un gravier plus gros ou plus petit, plus riche ou plus pauvre en sable, que le reste de la masse, et qui, pour cette raison, dessinent dans son sein des bandes distinctes. On doit les attribuer aux irrégularités de vitesse des eaux courantes, dont la puissance d'entraînement varie non-seulement d'une crue à l'autre, mais pendant la durée de la même crue. Sur ce terrain ainsi divisé en bandes, repose une couche caillouteuse d'une autre aspect, composée de galets en grande partie

quartzeux, mêlés à un sable ferrugineux d'un brun rougeâtre; elle est presque entièrement dépourvue de carbonate de chaux, et sa couleur ocreuse tranche avec celle du gravier gris clair, situé au-dessous. On observe que cette couche, dont l'épaisseur ne dépasse pas 0^m.50, est parfaitement horizontale, et qu'elle coupe en biseaux des strates irréguliers du terrain inférieur qui sont inclinés à l'horizon (1). Il résulte de cette disposition qu'il y a une indépendance complète entre les deux dépôts; car, s'ils avaient été formés en même temps, outre que leur différence de couleur si prononcée serait inexplicable, les strates du premier se prolongeraient évidemment dans l'intérieur du second. Nous verrons bientôt que ces deux terrains peuvent se suivre sur d'immenses longueurs, en conservant partout leurs caractères distinctifs et leur position relative. Il est vrai que, sur quelques points, on voit le gravier rouge siliceux pénétrer un peu dans le sein du gravier de couleur claire, et même se lier à lui par des alternances superficielles; mais cela s'explique facilement, car les courants qui ont amené le gravier siliceux ont dû souvent remanier le terrain meuble inférieur et mêler l'un à l'autre près de leur ligne de contact. Les passages, qui les lient quelquefois, ne prouvent donc rien contre leur séparation géologique.

En examinant avec attention la couche siliceuse rougeâtre dont nous venons de parler, on remarque qu'à sa partie la plus élevée elle passe à une marne sableuse grise, presque pure de cailloux, et renfermant beaucoup

(1) Voyez la coupe n° 5.

de carbonate de chaux. Ce lit marno-sableux n'a guère, près de la carrière, qu'un décimètre d'épaisseur ; mais plus loin, lorsqu'on s'avance à l'est, sa puissance augmente beaucoup et peut dépasser 1 mètre. Le dépôt caillouteux supérieur est donc en réalité composé de deux assises dont l'une est le gravier siliceux rougeâtre décrit plus haut, et dont l'autre a tous les caractères minéralogiques de la marne sableuse appelée *lehm* dans l'Alsace.

Des deux terrains de transport que nous venons de signaler au Pontet, le plus ancien correspond au dépôt quaternaire nommé *diluvium inférieur* ou *des vallées* ; le second représente le *diluvium des terrasses*.

Diluvium
inférieur.

Sur la droite de la grande route, en face de la carrière précédente, il existe une autre excavation beaucoup plus vaste, d'où l'on a extrait autrefois du remblai pour la construction du chemin de fer de la Méditerranée. Là le diluvium inférieur a été mis à découvert sur une hauteur de 7 à 8 mètres, jusqu'à une profondeur qui doit différer très-peu de celle du Rhône. Il est évident qu'il s'enfonce sous les eaux de ce fleuve, et qu'il sert de base aux alluvions récentes. On peut faire une étude complète de sa composition dans les deux excavations dont nous venons de parler. On reconnaît d'abord facilement, à leur physionomie, que la plupart de ses cailloux sont originaires des Alpes. En les examinant de près, on voit que les principales roches auxquelles ils appartiennent sont :

1° Des quartzites à surface ocreuse, à cassure tantôt compacte, tantôt esquilleuse. Ils sont identiques avec ceux que l'on rencontre communément en grande abondance dans les terrains de transport du Bas-Dauphiné.

2° Une grande variété de cailloux calcaires. La plupart sont de couleur foncée, comme ceux du terrain jurassique et du terrain anthracifère alpin ; les autres présentent diverses nuances.

3° Beaucoup de granites, dont plusieurs à feldspath rose sont probablement descendus des montagnes de l'Ardèche. D'autres appartiennent à des protogynes bien caractérisées et n'ont pu venir que des Alpes Centrales.

4° Des roches amphiboliques identiques avec celles que l'on observe fréquemment dans les Alpes, et notamment dans les montagnes de l'Oisans (Isère).

5° Des roches arénacées se rapportant à deux classes distinctes : les unes sont des grès micacés et quartzeux, d'un gris foncé, comme ceux du terrain houiller et du terrain anthracifère alpin ; les autres, des grès purement quartzeux, rouges ou roses, ne différant en rien de ceux des montagnes du Forez, que l'on a rapportés au grès vosgien.

6° Enfin, quelques silex arrachés sans doute aux terrains crétacés.

Les roches les plus communes sont les quartzites ; ils constituent à eux seuls plus de la moitié du gravier ; après, viennent les calcaires. On remarque qu'en général la proportion des cailloux l'emporte de beaucoup sur celle du sable.

Ainsi que nous l'avons déjà fait observer en décrivant la carrière du Pontet, le diluvium des terrasses du Rhône est composé de deux parties, très-différentes quant à leurs caractères minéralogiques. L'inférieur, ou le *gravier siliceux*, est une couche de cailloux presque exclusi-

Diluvium
des terrasses.

vement quartzeux, disséminés dans un sable siliceux coloré en rouge par de l'oxyde de fer. La partie supérieure, ou le *lehm*, est une marne sableuse, friable, d'apparence homogène, où le carbonate de chaux est abondant. On doit admettre que ces assises correspondent à des phases diverses du phénomène qui a produit le diluvium. Les courants ont d'abord eu une force d'entraînement assez considérable pour n'abandonner que des cailloux et du sable grossier; puis leur vitesse a éprouvé un ralentissement notable, et c'est alors que le *lehm* s'est déposé. L'absence à peu près complète de cailloux dans le sein de cette dernière assise indique que la nappe d'eau qui tenait ses éléments en suspension devait être presque stagnante (1).

Le gravier siliceux et le *lehm* peuvent exister ensemble ou séparément; leur puissance est d'ailleurs extrêmement variable. Suivant que l'un ou l'autre constitue la surface du sol, celui-ci présente un aspect très-différent sous le rapport agricole. Le gravier siliceux est ordinairement aride et impropre à la culture des céréales et des plantes fourragères. Le mûrier, l'olivier et la vigne, sont les seules plantes de quelque valeur qui puissent y croître, et seulement dans les lieux abrités contre le vent du nord. Lorsque les cailloux sont très-abon-

(1) Le diluvium de la plaine du Rhin offre avec celui des terrasses du Rhône une similitude de constitution géologique qui est frappante. Il y a seulement cette différence, que dans l'Alsace l'assise inférieure n'existe qu'à l'état rudimentaire, et que l'assise supérieure, ou le *lehm*, est extrêmement développée, tandis que c'est tout le contraire sur les bords du Rhône.

dants, le sol devient même complètement stérile, ou nourrit à peine quelques taillis de chênes rabougris. Le lehm, surtout quand il présente une certaine épaisseur, est un bon terrain et se prête à toutes les cultures ; il est même d'une fertilité remarquable lorsqu'on peut l'arroser ; il rivalise alors avec les dépôts alluviens.

Si du Pontet on se dirige en ligne droite vers l'est-sud-est, du côté de Saint-Saturnin, on traverse d'abord une plaine fertile, bien unie, qui s'élève successivement à mesure que l'on s'éloigne du Rhône. La surface du sol est partout couverte d'une couche de lehm de 0^m.50 à 1 mètre d'épaisseur, au-dessous de laquelle on aperçoit quelquefois le gravier rouge siliceux. Après quelques kilomètres de marche, on atteint le pied d'une colline de mollasse très-allongée dans la direction du nord au sud, dont la hauteur au-dessus de la plaine environnante peut être évaluée à 60 ou 70 mètres. Le village de Saint-Saturnin est situé sur son revers oriental. Si l'on gravit cette colline pour en explorer le sommet, on se trouve bientôt sur un plateau de largeur très-variable, occupé par un banc assez épais de cailloux quartzeux, tous bien arrondis, enveloppés d'un sable siliceux rougeâtre, entièrement dépourvu de carbonate de chaux. Parmi ces cailloux, on en remarque de très-gros, qui ont au moins le volume de la tête. La plupart sont rougeâtres ou jaunâtres à la surface. Il s'y trouve mêlé quelques granites et surtout plusieurs de ces grès quartzeux, roses ou rouges, que nous avons déjà signalés comme originaires des montagnes du Forez ; on n'y observe aucune roche calcaire. Malgré la grande ressemblance minéralogique qui

Diluvium
des plateaux
près de
Saint-Saturnin.

existe entre ce dépôt caillouteux et celui que nous avons décrit près du Pontet sous le nom de gravier siliceux, il est impossible de leur assigner le même âge géologique, leur gisement étant essentiellement différent. Il est évident que, lorsque le plateau de mollasse de Saint-Saturnin, actuellement isolé et haut de 70 mètres, a été recouvert de cailloux, le terrain environnant devait se trouver à peu près au même niveau. Ce terrain a été abaissé plus tard par une vaste dénudation qui a créé la plaine. Il est également certain que le gravier siliceux n'est venu qu'après cette dénudation, car il est tout à fait indépendant du terrain sous-jacent; il a nivelé le sol après son affouillement et lui a donné exactement la forme qu'il a aujourd'hui. Le dépôt caillouteux du sommet de la colline et celui de la surface de la plaine ont donc été séparés par une époque d'érosion qui très-probablement a été d'une longue durée. Le premier représente le terrain que, d'après son gisement, nous appelons *diluvium des plateaux*.

Ce diluvium, dont la composition minéralogique est tout à fait semblable, ainsi que nous venons de le faire remarquer, à celle du gravier siliceux, offre quelquefois, comme lui, une assise supérieure, sableuse ou marneuse, analogue au lehm; mais cette assise est peu développée dans le département de Vaucluse. Le diluvium caillouteux des plateaux n'est pas plus fertile que le gravier siliceux, et l'est même moins à cause de sa position plus élevée.

Après avoir fait connaître les trois dépôts diluviens bien distincts sous le rapport de l'âge, que l'on observe

aux environs du Pontet, nous allons les suivre le long du Rhône, en remontant vers le nord.

Du Pontet à Sorgues, on marche constamment sur le diluvium des terrasses, représenté presque partout par un lehm gris ou légèrement rougeâtre, qui couvre au loin la surface de la plaine. Comme le sol est susceptible d'être arrosé, il est fertile et bien cultivé; son aspect diffère peu de celui du terrain alluvien.

Du Pontet
à Sorgues
et
à Bédarrides.

Lorsque, parvenu un peu au delà de Sorgues, on suit la route qui conduit à Bédarrides, on observe à droite et à gauche le gravier siliceux, parfaitement caractérisé par son sable rougeâtre et ses nombreux cailloux de quartz. Son épaisseur paraît considérable, car des excavations de plusieurs mètres d'épaisseur n'ont pu le traverser entièrement. Il constitue un terrain maigre, aride, qui n'est propre à aucune culture, si ce n'est à celle de la vigne; fort souvent, il est complètement nu. Cette nappe caillouteuse s'étend sur une surface de plusieurs kilomètres carrés: d'une part, à l'est, jusqu'à une colline de molasse peu éloignée de Sorgues, et de l'autre, à l'ouest, jusqu'au Rhône. Vers le nord, elle se prolonge jusqu'au pied des hauteurs où l'on a bâti Châteauneuf-Calcernier.

À Bédarrides, on observe à l'ouest du village des escarpements de 30 à 40 mètres de hauteur, qui servent de base à une couche fort épaisse de galets quartzeux, extrêmement remarquable par sa grande étendue, ainsi que par l'uniformité de son aspect et de sa composition. On peut la suivre, en effet, sans qu'elle subisse de changement notable, jusqu'aux environs d'Orange, sur une longueur de 9 à 10 kilomètres. Par son élévation

Environs
de Bédarrides.

moyenne au-dessus de la plaine environnante, égale au moins à 50 ou 60 mètres, et par ses caractères minéralogiques, ce terrain de transport correspond au diluvium des plateaux. Il ne diffère en rien de celui que nous avons décrit près de Saint-Saturnin. Nous allons même montrer qu'autrefois il y a eu continuité entre eux, et que le tout faisait partie d'un ensemble encore plus vaste.

Continuité
du diluvium
des
plateaux.

Au sud de Bédarrides, tout près de la rive gauche de la Sorgues, il existe une colline de mollasse très-étroite, relativement à sa longueur, qui de là s'étend dans la direction du sud-sud-est jusqu'aux environs du hameau d'Aiguille. On y observe deux mamelons culminants, entre lesquels passe le chemin de fer de Carpentras; ils sont formés l'un et l'autre d'un lambeau du diluvium des plateaux. Au sud-sud-est d'Aiguille, après que l'on a dépassé le village de Vedènes, on voit s'élever une seconde colline, également de mollasse, qui est évidemment le prolongement de la première. Elle porte sur son revers oriental les villages de Saint-Saturnin, de Jonquerettes et de Gadagne, et continue plus loin jusqu'à Bonpas, sur les bords de la Durance, où elle a été coupée à pic par d'anciennes érosions diluviennes. Cette colline est, comme la précédente, couronnée par le diluvium des plateaux, dont l'étendue est ici considérable; car on peut le suivre depuis les environs de Saint-Saturnin jusque tout près de Bonpas; il ne présente que deux interruptions peu larges, correspondantes aux cols par lesquels passent les grandes routes d'Avignon à Pernes et à l'Isle par Saint-Saturnin et Gadagne. Il est certain qu'avant les grandes érosions quaternaires qui ont créé

la plaine du Rhône telle qu'elle existe maintenant, les hauteurs isolées dont nous venons de faire connaître la succession formaient un tout continu qui allait se rattacher au plateau à base de mollasse, situé à l'ouest de Bédarrides. Par conséquent, le diluvium qui les recouvre s'étendait sans interruption depuis les bords de la Durance jusqu'aux environs d'Orange, et même bien au delà vers le nord, ainsi que nous le verrons bientôt. Du côté du sud, on trouve son prolongement sur un plateau d'une assez grande étendue, qui est situé de l'autre côté de la Durance, en face de Bonpas ; il est appelé sur quelques cartes *Petite Crau*, nom qui exprime clairement sa nature minéralogique. Quoique cette petite Crau soit séparée de la Crau proprement dite par la chaîne des Alpines, il est probable que l'une n'est que la continuation de l'autre et qu'elles se correspondent exactement sous le rapport de l'âge. Nous devons ajouter que cette vaste nappe caillouteuse va en s'abaissant successivement au sud et à l'ouest, et qu'elle finit par se rapprocher beaucoup du niveau de la mer ; elle se confond alors avec le diluvium des terrasses.

Le plateau que nous avons dit commencer à l'ouest de Bédarrides et s'étendre de là vers le nord, est traversé à son extrémité orientale par la grande route de Courthéson à Orange. Le terrain caillouteux que l'on observe à droite et à gauche de cette route présente les mêmes caractères que sur les collines de Bédarrides et de Saint-Saturnin, sauf cependant qu'il est plus riche en sable argileux, et, pour cette raison, susceptible de culture ; presque partout il est couvert de vignes. Lorsqu'on est

Plateau
d'Orange.

arrivé à 2 kilomètres environ d'Orange, cette formation s'amincit considérablement, et une excavation pratiquée sur les bords de la route, pour se procurer des matériaux d'empiècement, montre qu'elle repose sur un gravier à cailloux calcaires, tout à fait semblable par sa composition au *diluvium inférieur* des bords du Rhône; ce gravier est gris clair et formé de cailloux roulés, en général de petites dimensions, disséminés dans un sable fortement effervescent au contact des acides. Les quartzites grenus ou compactes, à surface un peu ocreuse et d'origine alpine, y entrent au moins dans la proportion d'un tiers. Le reste est composé de calcaires de diverses nuances, de gneiss, de granites dont quelques-uns sont en décomposition, et de roches arénacées de nature variée. Le diluvium des plateaux, situé au-dessus, s'en sépare nettement par la teinte généralement ferrugineuse de son sable argilo-siliceux. Son épaisseur en cet endroit ne dépasse pas 0^m.50. On y remarque, avec quelques granites, beaucoup de cailloux de quartz de diverses couleurs, des silex noirs ou verdâtres et des jaspes rouges. Si l'on marche en ligne droite vers l'ouest, à la surface de cette nappe de cailloux siliceux, on observe bientôt que, sans changer en aucune manière de caractères et en augmentant seulement un peu d'épaisseur et d'altitude, elle repose immédiatement sur le grès vert inférieur. Lorsque l'on a traversé entièrement le plateau caillouteux auquel cet étage crétacé sert de base, et que l'on est descendu sur son revers occidental, on retrouve à sa base le *diluvium inférieur* avec son aspect et sa composition ordinaires; mais ici il s'enfonce directement

sous les alluvions récentes de la plaine. Ainsi, aux environs d'Orange, le *diluvium des plateaux* s'étend progressivement sur le *diluvium inférieur* et sur le grès vert; ce qui prouve tout à la fois qu'il est plus récent que le premier terrain, et qu'il en est indépendant (1).

Au nord d'Orange, toute la plaine basse du Rhône est occupée par les dépôts alluviers qui continuent sur une longueur de plus de 20 kilomètres. Il faut aller jusqu'à Lapalud pour retrouver le diluvium des terrasses. Il se montre au nord-est de ce village, sur la droite et la gauche du chemin de fer, avec sa couleur ferrugineuse caractéristique; il se prolonge de là sur le territoire de Pierrelatte. On observe que, près des alluvions modernes, son épaisseur est peu considérable; car les fossés creusés le long de la voie ferrée ont mis à découvert le gravier de couleur claire qui lui sert de base. Ce diluvium augmente de puissance du côté de l'est, surtout par le développement du lehm formant son assise supérieure. Il s'étend presque jusqu'au pied des collines des environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux, et couvre ainsi un espace considérable, qui serait d'une grande fertilité si on y conduisait des canaux d'irrigation.

D'Orange
à Pierrelatte.

Un peu au nord de Barris, et tout à fait au sommet de la colline sur le flanc de laquelle ce village est bâti, il existe un dépôt diluvien que la couleur rougeâtre de sa surface, là où elle n'est pas couverte de bois, fait apercevoir de loin. Il s'étend dans la direction du sud-est au nord-est, sur une longueur de près de 1 kilomètre et

Plateau
de Barris.

(1) Voyez la coupe n° 4.

une largeur moitié moindre. Son épaisseur au centre paraît considérable, et supérieure, au moins, à 3 ou 4 mètres; sur les bords, il ne consiste qu'en une couche mince de cailloux épars. En l'examinant de près, on le trouve composé de galets exclusivement quartzeux, à surface rougeâtre, qui sont tous bien arrondis et dont le diamètre atteint quelquefois 15 à 16 centimètres; ils sont associés à un sable ferrugineux, d'autant plus abondant que le terrain est plus épais. Ce diluvium ne diffère donc en rien de celui que nous avons décrit sur les hauteurs de Gadagne, de Saint-Saturnin, de Bédarrides et d'Orange. Il est seulement remarquable par son isolement complet au sommet d'une colline très-élevée (1). Les réflexions que nous avons déjà faites en parlant des cailloux roulés de Saint-Saturnin naissent ici de nouveau, et elles sont plus saisissantes; car ce n'est pas à une hauteur de 70 mètres au-dessus de la plaine que se trouve situé ce lambeau diluvien, mais au moins à 200 mètres: c'est donc sur toute cette hauteur et sur une superficie de plusieurs myriamètres carrés que le terrain environnant a dû être creusé. Une dénudation aussi immense, relativement à celles qui s'opèrent de nos jours, frappe l'esprit d'étonnement; cependant on ne saurait la révoquer en doute.

Absence
des
blocs erratiques.

Les blocs erratiques, qui sont répandus par milliers autour des Alpes, manquent tout à fait sur les bords du Rhône dans le département de Vaucluse, et même dans celui de la Drôme. Il faut, pour en rencontrer, remonter

(1) Voyez la coupe n° 3.

le fleuve jusqu'aux environs de Vienne; entre ce point et Lyon, on en voit beaucoup. La présence des blocs erratiques entre Vienne et Lyon et leur absence complète dans les départements de la Drôme et de Vaucluse sont des faits dignes de remarque. Nous les mentionnons ici parce qu'ils ont de l'importance pour la théorie du phénomène erratique. Ils montrent le peu de fondement d'une hypothèse émise par deux savants géologues anglais, MM. Lyell et Murchison, qui ont fait voyager sur des radeaux de glace les blocs erratiques déposés à une grande distance de leurs points de départ : par exemple, ceux du versant oriental de la chaîne du Jura. Il est évident que si ce mode de transport s'était réalisé pour les blocs du Jura, à plus forte raison faudrait-il l'admettre pour ceux des environs de Vienne et de Lyon, dont l'éloignement des Alpes est encore plus considérable. Or, des blocs que des radeaux auraient transportés jusqu'à Lyon ne s'y seraient pas en général arrêtés, car aucun obstacle ne les aurait empêchés d'aller plus loin; emportés par les courants, ils seraient descendus jusqu'à la mer, et certainement ils auraient laissé quelques traces de leur passage à travers la Provence : on n'en observe aucune. L'hypothèse des radeaux de glace doit donc être écartée; celle d'une extension extraordinaire des glaciers alpins est, jusqu'à présent, la seule qui ne soit pas en opposition directe avec les faits.

Les trois espèces de dépôts diluviens que nous avons suivies, depuis l'extrémité sud du département jusqu'aux environs de Pierrelatte et de Barris, s'étendent bien au delà dans la direction du nord. Ce prolongement of-

Prolongement
des diluvium.
Époques glaciaires.

frant de l'intérêt, nous l'indiquerons en peu de mots.

Le diluvium inférieur, descendant jusqu'au fond de la vallée du Rhône, est très-souvent caché sous les alluvions récentes ou sous le diluvium des terrasses. Néanmoins ses nombreux affleurements, que l'on rencontre de distance en distance, ne permettent pas de douter de sa continuité. On le reconnaît facilement à la couleur claire de son gravier et à la proportion considérable des cailloux calcaires qui entrent dans sa composition. On observe que son altitude au-dessus du niveau du fleuve augmente à mesure que l'on s'avance vers le nord. Ainsi, dès que l'on a dépassé Valence, plusieurs des tranchées que l'on a été obligé de faire pour le passage du chemin de fer, ont été creusées dans son sein. Entre Saint-Vallier et Vienne, il forme la base et les flancs de toutes les collines de cailloux roulés qui s'élèvent sur la gauche du Rhône, et se prolongent de là jusqu'au pied des Alpes. Cette continuité permet de le rattacher d'une manière certaine à la partie inférieure du grand terrain de transport qui occupe presque tout le Bas-Dauphiné. Ici, en même temps qu'il acquiert une puissance énorme, il présente de nouveaux caractères bien dignes d'attention. On y remarque, sur une foule de points, de gros blocs anguleux, ayant quelquefois plusieurs mètres cubes de volume, et, avec eux, des cailloux roulés à rayures fines, dites *glaciaires*, parce que les glaciers actuels en produisent d'identiques. Quand on a bien observé ces rayures, il est impossible de les confondre avec celles qui peuvent être dues à d'autres causes. De la présence de ces cailloux rayés, que l'on rencontre à chaque pas

dans le diluvium inférieur de l'Isère, et de celle des gros blocs anguleux pareils à ceux des moraines, qu'il renferme également, nous avons conclu qu'à l'époque où ce diluvium s'est déposé, les glaciers s'avançaient au delà des montagnes du Dauphiné. Mais nous avons vu qu'il fallait avoir recours à une extension pareille pour expliquer la dispersion des blocs erratiques superficiels jusqu'aux environs de Lyon : il en résulte nécessairement qu'il y a eu *deux époques glaciaires* dans les Alpes, et qu'elles ont été séparées par un long intervalle de temps ; car le diluvium inférieur date du commencement de la période quaternaire, et les blocs erratiques superficiels, de la fin.

Aux environs de Lyon, et ailleurs dans le département de l'Isère, on trouve, pêle-mêle avec les cailloux rayés et les gros blocs du diluvium inférieur, des coquilles marines qui paraissent contemporaines de ce dépôt. Leur présence indique que pendant la période quaternaire il y a eu une invasion des eaux de la mer, ce qui est confirmé par un grand nombre d'autres faits.

Le diluvium des terrasses des bords du Rhône offre une continuité encore plus évidente que celle du diluvium inférieur, parce qu'il est superficiel sur beaucoup de points, et qu'il frappe les yeux par la couleur rougeâtre qui lui est habituelle. Il couvre en grande partie la plaine qui s'étend de Châteauneuf-du-Rhône à Montélimar ; puis celles de Loriol, de Valence et de Saint-Rambert. Il est particulièrement développé sur la rive gauche du Rhône, près de Lyon, d'où il se prolonge au loin dans le Bas-Dauphiné. Il occupe aussi une étendue considérable dans la

vallée de l'Isère et dans celle de la Côte-Saint-André. Cette dernière, sans cours d'eau considérable, n'est qu'un ancien lit des courants diluviens.

Le diluvium des plateaux de Vaucluse peut également être rattaché à celui du département de l'Isère, mais dans l'intervalle qui les sépare, il est beaucoup plus morcelé que les deux diluviums précédents. Cela devait être, puisque le sol élevé qui lui sert de base a été presque partout l'objet de nombreuses et profondes érosions. Les parties de ce sol restées à peu près intactes et, pour cette raison, encore couvertes de cailloux quartzeux, sont en petit nombre et placées, de distance en distance, comme des *témoins* qui indiquent l'ancien niveau de la vallée. L'imagination cependant n'a pas de peine à les lier pour en faire un tout continu, et reconstruire ainsi le plan incliné sur lequel les eaux ont coulé autrefois; la grandeur de la dénudation qui l'a détruit est le seul fait qui étonne. Les hauteurs isolées, couronnées par le diluvium des plateaux, s'observent également sur la rive droite et sur la rive gauche du Rhône. Sur la rive gauche, nous citerons dans la Drôme les collines de molasse de la Bâtie-Rolland, de Puygiron, de Manas, ainsi que la plupart de celles qui s'élèvent au sud-est de Valence. Dès que l'on a atteint les environs de Romans, le diluvium des plateaux n'offre plus le même morcellement; il forme une nappe continue, ascendante vers le nord-est, qui atteint près de Roybon une altitude de 735 mètres. A partir de ce point, il règne sur de vastes surfaces. On l'observe particulièrement sur les collines granitiques des environs de Vienne, où il est parfaite-

ment caractérisé. Dans le Dauphiné, il se divise assez habituellement en deux assises. La plus basse, très-puissante, est composée de cailloux exclusivement quartzeux, disséminés dans un sable siliceux où l'oxyde de fer est abondant ; ses caractères sont par conséquent exactement les mêmes que dans le département de Vaucluse. La seconde assise est une couche argilo-sableuse qui rappelle le lehm, mais dont l'âge est bien différent. La superposition de ce diluvium sur celui des vallées à cailloux rayés et à gros blocs anguleux est manifeste dans beaucoup de lieux, surtout aux environs de Lyon et sur le flanc des coteaux qui bordent à droite et à gauche la vallée de la Côte-Saint-André.

Il résulte de la digression précédente que les matières de transport, qui bordent le Rhône sur le territoire de Vaucluse, n'appartiennent nullement à ce département sous le rapport de l'origine. Ces matières ont été charriées par des courants dont il faut placer le point de départ dans les régions alpines les plus élevées ; elles n'ont fait que traverser la Provence en se rendant à la mer. Les dépôts diluviens qui nous restent à décrire sont au contraire pour la plupart des formations locales.

3° Dépôts diluviens des affluents du Rhône.

Une rivière, et les cours d'eau secondaires qui se jettent dans son sein, forment dans leur ensemble un système hydraulique dont les diverses parties sont dans une étroite et mutuelle dépendance. Ainsi, le lit d'un

Généralités.

cours d'eau principal ne peut pas s'exhausser ou s'abaisser sans que celui de tous ses affluents se modifie de la même manière. Il résulte de là que si le Rhône a déposé autrefois du gravier bien au-dessus de son niveau actuel, ainsi que le prouvent clairement les faits déjà rapportés, ses affluents torrentiels, qui descendent des montagnes environnantes, ont dû aussi à la même époque rouler des cailloux à un niveau plus élevé, et un examen attentif des lieux doit faire découvrir des traces de ces anciens lits. On les observe, en effet, et cette nouvelle preuve que les courants diluviens des Alpes ont coulé autrefois à de grandes hauteurs, donne à ce fait un degré de certitude qu'il est rare d'obtenir en géologie.

Quand on a dépassé les premières collines voisines du Rhône dans le département de Vaucluse, on se trouve dans une plaine élevée et faiblement accidentée, qui présente, comme le reste du département, une double pente, l'une de l'est à l'ouest, l'autre du nord au sud. La surface du sol sur les points les plus bas est occupée par des dépôts alluviers dont nous parlerons plus tard. Ailleurs, et sur des étendues très-vastes, on observe un terrain quaternaire sablo-caillouteux, composé d'éléments qui paraissent tous provenir des montagnes des environs. Ce gravier ancien ressemble beaucoup par conséquent, sous le rapport minéralogique, à celui que déposent les cours d'eau torrentiels actuels; mais il y a entre eux une différence de niveau considérable, que l'on peut estimer moyennement à 20 ou 25 mètres. Il est naturel d'admettre que l'époque pendant laquelle ce terrain s'est formé correspond à celle où le

Rhône s'élevait lui-même à 20 ou 25 mètres au-dessus de son lit actuel. Cette époque est celle du *diluvium des terrasses*. L'Aigues, l'Ouvèze et plusieurs autres torrents moins importants, qui aujourd'hui encore sont faiblement encaissés en sortant des montagnes, ne l'étaient pas du tout alors. Ce sont leurs divagations qui ont donné naissance aux dépôts quaternaires que nous signalons. Sur certains points, ces dépôts ont une grande épaisseur qu'il serait difficile d'évaluer exactement; ils s'enfoncent évidemment sous les alluvions récentes des cours d'eau environnants. Il est donc vraisemblable que leur partie la plus profonde représente le *diluvium inférieur*. Ce dernier terrain de transport, base de tous les autres, a dû, en même temps qu'il remplissait le fond de la vallée du Rhône, remonter le long des vallées latérales.

Les cours d'eau torrentiels de Vaucluse ont déposé des cailloux roulés, non-seulement à la surface des plaines qu'ils traversent pour se rendre au Rhône, mais encore au sommet des collines de molasse au pied desquelles ils coulent aujourd'hui. Ces cailloux, dont nous citerons bientôt des exemples, correspondent évidemment au *diluvium des plateaux*; ils indiquent le plus haut niveau atteint par les courants quaternaires.

On voit par ce coup d'œil jeté sur le pays situé à l'est du Rhône, qu'il offre trois diluvium correspondant par leur âge à ceux que nous avons décrits sur les bords de ce fleuve. Le terrain de transport parallèle au diluvium inférieur est peu apparent, étant presque partout enfoui sous des alluvions plus récentes; mais il n'en est pas de même de ceux qui représentent le diluvium des terrasses

et le diluvium des plateaux : on les observe dans beaucoup de lieux, et nous allons en parler avec quelques détails.

Diluvium
des terrasses
de la plaine.

Le diluvium des terrasses des affluents du Rhône commence à se montrer à l'extrémité nord du département, près de Valréas. A partir de ce point jusqu'à Pernes, il forme autour des collines de mollasse une bande de 5 à 6 kilomètres de largeur, qui serait continue sans les interruptions produites par les dépôts alluviens. Au delà de Pernes, ces dépôts prennent une si grande extension, qu'ils occupent toute la plaine.

Plaine
de Valréas.

Le bourg de Valréas est situé à l'extrémité d'une plaine, bornée à l'ouest par les hauteurs de Monségur et de Beaume-de-Transit, et à l'est par un massif de collines encore plus élevées, qui sépare Visan de Nyons. Cet espace présente une surface très-unie; on y remarque seulement quelques monticules isolés de mollasse. Le sol est formé d'un sable grisâtre, en partie calcaire et en partie quartzeux, mêlé de menu gravier, ou même, sur certains points, d'une grande quantité de cailloux roulés qui peuvent avoir de 0^m.10 ou 0^m.12 de diamètre. Parmi ces cailloux, beaucoup sont formés de silex ou de grès siliceux à points verts; quelques-uns sont des calcaires crétacés; d'autres proviennent des parties les plus dures de la mollasse, et ont été probablement enlevés aux collines les plus voisines. Ces matières paraissent avoir été charriées par les deux rivières nommées le Lez et l'Hérein, dont les eaux entourent aujourd'hui la plaine et ont dû autrefois l'inonder dans toute son étendue.

Entre Tulette, Suze et Sainte-Cécile, cette formation augmente d'épaisseur, par suite du voisinage de l'Ai-gues, et devient extrêmement caillouteuse. On observe qu'elle prend la teinte ocreuse caractéristique du dilu-vium des terrasses. Il n'y a pas très-longtemps que ce terrain, composé presque exclusivement de cailloux, était en grande partie inculte. Depuis que les vins du Midi ont augmenté de prix, on y a planté des vignes dont le succès a dépassé toutes les espérances; leurs produits forment maintenant une branche importante de commerce, surtout pour la commune de Sainte-Cécile, dont le sol a presque décuplé de valeur.

La nappe caillouteuse de Sainte-Cécile se prolonge au loin vers le sud, entre les collines de Gigondas et celles de Sérignan; on peut la suivre, presque sans so-lution de continuité, jusqu'aux environs de Carpentras. En s'étendant ainsi, son aspect et sa constitution mi-néralogique éprouvent des modifications qui paraissent être en rapport avec la nature des montagnes les plus rapprochées et avec celle des alluvions actuelles des divers cours d'eau; c'est une preuve qu'en s'éloignant des bords du Rhône, les dépôts diluviens prennent les caractères de formations purement locales. On observe aussi que la nappe caillouteuse affecte plusieurs plans ou niveaux différents, ce qui est dû évidemment à un abais-sement successif des anciens courants. On ne doit pas oublier que le diluvium des terrasses est plutôt un groupe de dépôts formés à peu près à la même époque qu'un terrain unique dont tous les représentants seraient rigoureusement contemporains.

Environs
de Carpentras.

Sur quelques points aux environs de Carpentras, où la mollasse sablonneuse forme la base du sol, le diluvium superficiel ne paraît être que cette même roche remaniée, à laquelle les courants quaternaires ont mêlé du menu gravier, des cailloux roulés et des fragments anguleux, tous de nature calcaire et provenant de lieux rapprochés. Ces matières, enveloppées de beaucoup de sable, couronnent le plateau profondément raviné que l'on aperçoit à l'ouest de la ville; sur quelques points leur épaisseur est de 2 à 3 mètres. La route de Carpentras à Malaucène traverse un terrain caillouteux d'une autre nature. On rencontre d'abord la mollasse au fond du valon, où l'Auzon s'est encaissé; puis lorsqu'on a atteint la plaine élevée qui s'étend de l'autre côté, on voit la coupe suivante sur le bord de la route :

1° Un terrain de transport de 1^m.50 d'épaisseur, formé de cailloux roulés, mal arrondis, quelquefois anguleux. Ils consistent exclusivement en calcaires blonds ou gris clair, en silex et en roches arénacées verdâtres, le tout provenant évidemment du terrain néocomien et de la craie.

2° Une couche de 0^m.50 à 0^m.60, argilo-sableuse et ocreuse, avec cailloux en partie anguleux, de même nature que ceux du gravier inférieur.

Ce terrain s'étend à l'est et à l'ouest sur plusieurs kilomètres de longueur; vers le nord, on peut le suivre jusqu'au village de Serres, où il forme une terrasse plus basse que le reste de la plaine. On voit en cet endroit que l'assise inférieure s'enfonce sous les alluvions récentes de la petite rivière de Méde. Il est probable par

conséquent que cette assise correspond au diluvium des vallées, et que la partie superficielle du sol, de couleur rougeâtre, représente seule le diluvium des terrasses.

Au delà des alluvions récentes du torrent de Méde, le terrain quaternaire reparait en s'élevant à la même hauteur qu'aux environs de Carpentras. Il se superpose à la bande de mollasse qui règne depuis Saint-Hippolyte jusqu'à Vacqueyras. Près de ce dernier village, il présente encore tous les signes d'une formation locale, mais ici son étude a un intérêt particulier, parce que l'on peut en conclure l'âge des altérations éprouvées par les roches jurassiques des environs. Le terrain quaternaire de Vacqueyras, dont l'épaisseur atteint souvent plusieurs mètres, est composé de cailloux presque tous anguleux ou grossièrement arrondis, appartenant à peu près exclusivement au terrain jurassique. Quelques-uns ont la couleur grise ordinaire et la cassure compacte des calcaires de ce terrain, mais d'autres sont fortement ocreux, d'un rouge ou d'un jaune intense; ou bien ils sont dolomitiques et criblés de tubulures irrégulières. En un mot, ces cailloux sont identiques avec les *car-gneules* et les roches diversement colorées que l'on voit en place vers le nord-est, à une distance seulement de 3 à 4 kilomètres. D'un autre côté, si l'on examine avec une attention scrupuleuse les noyaux du banc épais de pou-dingue, qui dans cette localité se trouve à la base de la mollasse (1), on y aperçoit aussi beaucoup de calcaires du terrain jurassique environnant, mais aucun n'a les

Altérations
jurassiques
d'âge
quaternaire.

(1) Voyez plus haut, p. 200.

caractères exceptionnels dont nous parlons. De là cette conséquence évidente : d'abord, que les couleurs vives et la structure celluleuse des roches jurassiques sur certains points sont bien le résultat d'une altération éprouvée par ce terrain, postérieurement à sa formation ; puis, que cette altération a eu lieu entre le dépôt de la mollasse et celui du diluvium des terrasses. Il est vraisemblable qu'elle date du commencement de la période quaternaire, et qu'elle a coïncidé avec les grandes dislocations qui à cette époque ont bouleversé les Alpes.

Diluvium
des plateaux.

Nous avons annoncé que les affluents du Rhône n'avaient pas couvert seulement la plaine de cailloux roulés, et qu'ils en avaient déposé même sur le sommet des collines entre lesquelles ils sont encaissés. Nous avons vérifié ce fait, principalement pour l'Aigues, qui, après le Rhône et la Durance, est le principal cours d'eau torrentiel du département ; il est également vrai pour l'Ouvèze, mais à un degré moins évident. Nous nous bornerons à décrire le diluvium des plateaux de l'Aigues, en considérant successivement les collines situées sur la rive droite et celles du côté opposé.

Plateau
sur la droite
de l'Aigues.

Si l'on se rend de Nyons à Tulette, en explorant le massif de collines qui borde à droite le cours de l'Aigues, on y observe beaucoup de cailloux roulés qui paraissent se diviser en trois nappes distinctes sous le rapport de l'altitude. La plus basse se montre sur la droite et quelquefois même sur la gauche de la grande route ; elle consiste en un gravier rougeâtre qui ne s'élève qu'à 25 ou 30 mètres au-dessus du fond de la vallée. Il représente le diluvium des terrasses et peut être rattaché sans

solution de continuité à celui de la plaine de Sainte-Cécile. La seconde nappe ne dépasse que de 30 ou 40 mètres le niveau de la précédente. On la voit clairement près de Tulette, où elle couvre le plateau sur lequel monte la route de Visan; de là elle s'étend au nord-est jusqu'aux environs de Vinsobres. La troisième zone caillouteuse, beaucoup plus élevée que les deux premières, couronne le sommet des collines; elle forme entre Visan et Venterol une bande plus ou moins large, continue, dont la hauteur moyenne au-dessus de la plaine doit approcher de 150 mètres (environ 350 mètres au-dessus du niveau de la mer). Il n'y a pas entre les trois nappes caillouteuses que nous venons d'indiquer des limites bien tranchées. Loin de là, elles sont liées les unes aux autres par des lambeaux caillouteux intermédiaires. Ainsi, il en est du diluvium des plateaux comme de celui des terrasses : on doit le considérer comme un groupe de dépôts qui ne sont pas tous rigoureusement du même âge géologique.

En étudiant les divers diluvium de l'Aigues, entre Nyons et Vinsobres, nous avons trouvé que presque partout ils renfermaient les roches suivantes :

1° Des calcaires blonds ou jaunâtres, sublamellaires, quelquefois pénétrés de silex. On en distingue plusieurs variétés qui proviennent évidemment du terrain crétacé, principalement des marnes à *Ancyloceras*.

2° Des silex blonds, ou légèrement rougeâtres. Ils sont en général peu nombreux, mais leur présence est constante.

3° Des calcaires d'une compacité de pierre lithogra-

phique et d'un gris plus ou moins clair. Ils appartiennent certainement au terrain jurassique.

4° Des grès quartzeux ferrugineux, semblables à ceux qu'il n'est pas rare de rencontrer dans le grès vert inférieur.

La proportion relative de ces divers cailloux varie beaucoup d'un lieu à un autre. Pris dans leur ensemble, ils représentent les parties les plus dures des couches crétacées et jurassiques dont sont formées les montagnes où l'Aigues prend sa source. Quelques-uns sont bien arrondis ; d'autres présentent des arêtes à peine émoussées, ce qui tient évidemment à la distance plus ou moins grande qu'ils ont parcourue. Leur volume est extrêmement variable et dépasse quelquefois celui de la tête. Il nous a semblé qu'en général les plus gros étaient ceux qui se trouvaient sur les points les plus élevés.

Plateau
sur la gauche
de l'Aigues.

Le diluvium qui couvre le sommet des collines situées sur la droite de l'Aigues a son prolongement sur la rive gauche, où il atteint également une altitude considérable. Ce n'est pas sans étonnement qu'après avoir observé des cailloux roulés un peu au-dessus du fond de la vallée, à Villedieu, à Buisson et à Saint-Roman-de-Malegarde, on les retrouve à 150 ou 180 mètres plus haut, sur le vaste plateau de mollasse qui sépare le bassin de l'Aigues de celui de l'Ouvèze. Ils forment entre Cairanne et Mirabel une nappe fort large et irrégulièrement découpée, qui se prolonge en s'abaissant jusque près de Saint-Romain, à 4 kilomètres nord-est de Vaison. Sous le rapport de la grosseur et de la nature minéralogique,

ces cailloux ne présentent aucune différence notable avec ceux de la rive droite.

4° Dépôts diluviens de la vallée de la Durance.

La vallée de la Durance offre, depuis Pertuis jusqu'à Mérimol, divers diluvium qui se classent naturellement comme ceux de la plaine du Rhône. En prenant à Pertuis la route d'Aix, on rencontre, presque immédiatement à la sortie de la ville, des bancs de poudingue qui s'élèvent à droite et à gauche, en formant des escarpements de quelques mètres. En les examinant de près, on voit qu'ils sont composés d'un grand nombre de cailloux d'un calcaire gris, compacte, auxquels sont mêlés des gneiss, des protogynes variées dont quelques-unes à feldspath rose, des roches amphiboliques, des spilites, des quartzites et des poudingues quartzeux du terrain anthracifère. Ces diverses roches, évidemment originaires des Hautes-Alpes, prouvent que le dépôt de transport dont nous parlons est bien quaternaire. D'un côté, ce dépôt recouvre la mollasse sur laquelle on a bâti la ville; de l'autre, il s'enfonce sous les alluvions modernes. Il est facile de s'en assurer en suivant le canal d'irrigation de la plaine, qui sur une grande longueur a été ouvert précisément à la jonction des deux terrains. D'après ces relations géologiques, nous rapportons le poudingue de Pertuis au diluvium inférieur.

Environs
de Pertuis.

Immédiatement au-dessus de ce poudingue, on observe une marne sableuse, d'un gris légèrement rougeâtre.

tre, faisant une vive effervescence avec les acides et renfermant fréquemment des coquilles terrestres d'espèces vivantes, telles que *Helix glabella* et *H. vermiculata*. On y trouve aussi quelques cailloux de même nature que ceux du poudingue inférieur et des débris anguleux provenant de la mollasse et des autres terrains environnants. Ce lehm, qui paraît représenter à la fois le diluvium des plateaux de la Durance et celui de ses terrasses les plus élevées (1), a une épaisseur variable de 0^m.50 à 2 mètres. On l'observe près de Pertuis sur la route d'Aix, ou bien, en suivant le chemin dit des Fours-à-Chaux, dirigé vers le sud-est; il se montre aussi à l'ouest de la ville, le long de la grande route conduisant à Avignon; enfin, il couvre, au nord, de cette route un espace assez considérable qui s'étend jusqu'au pied des premières collines.

Plaine au pied
du Léberon.

En s'éloignant des bords de la Durance pour se rapprocher du pied du Léberon, on rencontre dans une plaine élevée, située au sud de Cucuron, des matières de transport fort différentes de celles dont nous venons de parler. Ce sont de nombreux cailloux calcaires de diverses grosseurs, disséminés confusément dans une marne très-sablonneuse; leur puissance peut atteindre jusqu'à 10 ou 12 mètres. Ces cailloux, remarquables par leurs formes irrégulières et anguleuses, paraissent tous d'origine néocomienne. Il est évident qu'ils ne viennent pas de loin, et qu'ils ont été détachés du versant méri-

(1) Les terrasses inférieures ont été détruites par les érosions modernes, qui ont donné à la plaine alluviale de la Durance, près de Pertuis, une largeur de 3 kilomètres.

dional du Léberon ; mais ils constituent un dépôt trop puissant et trop étendu, pour être confondus avec les débris modernes qu'entassent les causes actuelles. Les cours d'eau de la localité, qui se sont encaissés dans ce terrain, sont alimentés par des sources et ne charrient pas de cailloux, sauf une petite quantité après les pluies violentes. La grande masse de débris que nous signalons date donc d'une époque où les circonstances météorologiques étaient fort différentes de ce qu'elles sont maintenant. C'est l'ancien lit de déjection de nombreux torrents qui descendaient autrefois des flancs du Léberon et qui sont aujourd'hui éteints. Par son altitude moyenne, qui est au moins de 300 mètres, ce terrain caillouteux nous a paru devoir se rapporter au diluvium des plateaux. Il s'étend sur une longueur de près de 40 kilomètres, depuis l'étang de la Bonde jusqu'aux environs de Lourmarin. Plus loin, à l'ouest, il a couvert en partie une plaine un peu moins élevée où l'on a bâti les villages de Lauris, du Puget et de Mérindol.

5° Dépôt argileux des plateaux calcaires (1).

Il nous reste à parler d'une formation très-différente, par son origine et par sa nature, des dépôts diluviens

*Argile ocreuse
de Sault.
Avens.*

(1) Ce dépôt s'observe dans la plupart des pays à base de calcaire compacte ; il consiste en une terre argileuse rougeâtre, souvent très-épaisse, en général dépourvue de carbonate de chaux. Cette terre, que nous croyons d'origine geysérienne, présente partout des traits frappants de similitude, ce qui indique un même mode de forma-

que nous venons de décrire, mais qui paraît néanmoins devoir être rapportée à la période quaternaire. Il s'agit de la terre argileuse, quelquefois grise, le plus souvent fortement colorée en rouge par de l'oxyde de fer, qui recouvre sur beaucoup de points le plateau situé au sud du Ventoux, et particulièrement les environs de Sault. Cette terre n'est point, comme on serait tenté de le croire au premier abord, le résultat de la décomposition séculaire que les agents atmosphériques auraient fait subir au calcaire sous-jacent. La quantité considérable de fer qu'elle renferme habituellement ne permet pas de lui assigner une pareille origine (1). Non-seulement le fer y entre en notable proportion comme matière colorante; mais il s'y trouve même en rognons et en petits amas d'oxyde hydraté, assez riches pour former un véritable minerai.

tion. Si elle paraît spéciale aux sols de calcaire compacte, cela s'explique par la grande perméabilité des terrains de cette nature, qui, bien mieux que les autres, se sont laissés traverser par les sources minérales quaternaires. La matière argilo-ferrugineuse déposée par ces sources s'est surtout conservée sur les plateaux, où elle a été à l'abri des érosions.

(1) L'analyse d'un échantillon de la terre de Sault, faite au laboratoire de l'École impériale des Mines, a donné les résultats suivants sur 100 parties :

<i>Silice</i>	65.76
<i>Alumine.</i>	14.74
<i>Oxyde de fer.</i>	6.70
<i>Chaux, traces.</i>	»
<i>Perte par la calcination</i>	12.60.
	99.80

La matière attaquée par les acides a laissé un résidu insoluble égal à 69.60, dont 65.76 de *silice* et 3.84 d'*alumine*.

Il est vraisemblable que ce fer hydroxydé a été exploité autrefois. On le traitait dans de petites forges à soufflet portatif qui ont été en activité dans le pays à une époque très-reculée, lorsque le sol était couvert d'épaisses forêts. Les nombreuses scories répandues sur le territoire de plusieurs communes, notamment sur celle de Sault, sont une preuve irrécusable de l'ancienne existence de ces forges. En examinant les rapports de l'argile rouge ferrifère avec les bancs calcaires situés au-dessous, on observe qu'elle a avec eux une liaison intime. Elle pénètre dans les cavités et les fissures du calcaire, et jusque entre les joints des couches; tout le terrain en est en quelque sorte imprégné. Comme cette argile est la seule terre végétale qui existe dans le pays, et qu'elle est surtout fertile lorsque son épaisseur est un peu considérable, il arrive souvent que les propriétaires vont la chercher dans l'intérieur du sol, où elle constitue des espèces de *filons* et d'*amas*, exploitables comme ceux des autres substances minérales.

L'argile ocreuse, dont nous venons d'indiquer la liaison avec le sol, a aussi des relations remarquables avec certaines cavités, vastes et profondes, qu'il n'est pas rare de rencontrer dans le canton de Sault. Ces cavités, nommées dans le pays *avens*, sont des espèces de puits naturels, en forme d'entonnoirs, à ouverture ronde, ovale, ou irrégulière, dont le plus grand diamètre peut atteindre jusqu'à 15 ou 20 mètres, et quelquefois beaucoup plus. Quelques-uns sont de véritables abîmes dont on n'a jamais pu trouver le fond. Quoique, suivant toutes les probabilités, ces puits aient été formés ou tout au

moins agrandis par les eaux, on ne remarque pas que leurs parois soient polies ou cannelées; ce qui s'explique par la facile dégradation du terrain, formé d'un calcaire fissuré dans tous les sens. On observe plusieurs de ces avens sur le territoire de Sault, de Monieux, de Lagarde et de Saint-Christol; ils sont principalement nombreux sur cette dernière commune, où les deux principaux portent le nom de *la Servi* et de *l'Ase* (1). Voici maintenant les relations qui existent entre ces excavations et l'argile rouge répandue tout autour. On connaît des avens dont la formation ou plutôt l'apparition est toute récente. Depuis un temps immémorial leur orifice était complètement obstrué par une grande épaisseur de terre ocreuse, en sorte que leur emplacement était une surface unie, couverte de cultures. Rien ne pouvait faire soupçonner qu'il y eût au-dessous une cavité profonde, jusqu'au jour où, la terre s'étant subitement éboulée, le gouffre est devenu béant. Cela s'explique d'une manière plausible, en admettant que la terre ne remplissait l'aven que sur une certaine hauteur; que, par l'action lente et longtemps répétée des infiltrations pluviales, elle a été entraînée peu à peu dans les profondeurs de la cavité, d'où il est résulté des vides dont la conséquence inévitable a été l'éboulement de la superficie du sol. L'un de ces éboulements, provoqué par une pluie violente, a donné lieu, vers la fin du siècle dernier, à un fait très-remarquable qui paraît authentique. Peu de temps après la chute de la terre, la

(1) Les cavités en forme de puits, nommées *avens* dans le canton de Sault, ne sont pas particulières à ce pays; nous en avons vu de tout à fait semblables sur les plateaux calcaires du Dauphiné.

fontaine de Vaucluse a pris une teinte ocreuse, et elle est restée ainsi colorée pendant plusieurs jours. On doit évidemment en conclure qu'il existe une communication souterraine directe entre certains avens et la caverne d'où s'échappent les eaux de la célèbre fontaine.

La nature de la terre argileuse répandue sur le massif du Ventoux, sa liaison avec le sol et sa présence dans les avens, semblent indiquer qu'elle est d'origine *geysérienne* (1). Les sources ferrugineuses qui l'ont amenée au jour seraient arrivées à travers les joints et les fissures des couches, et surtout par l'ouverture des avens, qui leur ont donné un passage facile. Vers la fin du phénomène, la vitesse des eaux jaillissantes s'étant ralentie, les matières tenues en suspension se sont déposées et ont obstrué l'orifice de leurs canaux, à peu près de la même manière qu'à la fin d'une éruption volcanique, la lave bouche elle-même l'ouverture d'où elle est sortie. Cette manière d'expliquer le remplissage des avens nous paraît plus vraisemblable que si on l'attribuait à une cause extérieure. Celle-ci ne pourrait être que l'action des eaux pluviales : il faudrait donc admettre que ces eaux ont d'abord accumulé de la terre dans une cavité, puis qu'elles l'ont fait disparaître ; ce qui paraît contradictoire. Comme la masse principale de l'argile à laquelle

(1) Cette expression, dont nous nous sommes déjà servi pour indiquer l'origine probable des sables quartzueux et des argiles plastiques tertiaires, a été introduite dans la science par A. Dumont ; mais ce savant l'employait dans un sens un peu moins étendu que nous. Elle est tirée du mot *Geysir*, nom donné à l'une des principales sources d'eau bouillante qui jaillissent dans certaines parties de l'Islande.

nous attribuons une origine geysérienne est partout superficielle, et que, de plus, au moment de son dépôt, le sol avait certainement le relief qu'il a aujourd'hui, on est conduit à la rapporter à la période quaternaire. Son gisement et l'oxyde de fer qu'elle renferme presque partout la rapprochent du diluvium des plateaux.

6° Théorie des phénomènes quaternaires.

Nous allons compléter la description que nous avons donnée des divers dépôts diluviens du département de Vaucluse, par une explication théorique générale, qui aura au moins l'avantage de servir de lien aux faits. Ainsi que nous l'avons annoncé, la série des phénomènes en apparence si extraordinaires et si compliqués que présente la période quaternaire peut s'expliquer simplement, en admettant qu'il y a eu pendant cette période, comme aux époques antérieures, des mouvements oscillatoires de l'écorce du globe. On peut se faire une idée claire de pareilles oscillations en supposant que, sur une certaine étendue, nos continents s'abaissent, ou, ce qui en serait la conséquence nécessaire, que le niveau des mers environnantes s'élève relativement aux terres ; que les eaux, après avoir atteint une certaine hauteur, y restent stationnaires ; puis, qu'elles décroissent successivement jusqu'à ce qu'elles soient rentrées dans leur ancien lit. Il serait tout aussi facile de concevoir un mouvement en sens contraire, c'est-à-dire un abaissement progressif et limité des eaux de la mer, suivi d'un exhaussement qui

rétablirait les choses à peu près dans leur premier état. Quelle a été la cause de ces anciennes oscillations? On n'en sait absolument rien (1); mais on doit les considérer comme un fait prouvé par l'observation. En effet, les alternances qui existent, dans beaucoup de lieux, entre des couches d'eau douce et des groupes marins, et même les simples modifications de faune que l'on observe souvent d'une couche à l'autre, sans que le sol porte la moindre trace de dislocations, ne peuvent bien s'expliquer que par des émerSIONS périodiques ou par des variations multipliées dans la profondeur des eaux. Il en est de même des superpositions transgressives, lorsque la stratification n'a pas été dérangée. Nous ajouterons que ces mouvements oscillatoires ne sont pas complètement éteints de nos jours. On sait que le sol de la Scandinavie n'est pas rigoureusement stable. En prenant pour repère le niveau de la mer, on s'est aperçu qu'il s'élevait lentement dans certaines régions et qu'il s'abaissait dans d'autres. Il est probable qu'avec le temps ces mouvements changeront de sens.

Avant de montrer la liaison qui existe entre les phénomènes diluviens et l'ancien défaut d'équilibre du sol, nous devons d'abord rappeler que les grands soulèvements survenus dans le passage de la période tertiaire à

(1) On ne connaît pas mieux la cause des tremblements de terre, que personne ne conteste. Si, comme on le conjecture, ce dernier phénomène est dû à l'expansion des gaz qui se forment dans l'intérieur de notre globe à une petite distance de sa surface, on pourrait sans invraisemblance admettre une explication analogue pour les anciennes oscillations terrestres.

la quaternaire ont eu pour résultat d'inaugurer un monde physique nouveau, entièrement semblable au nôtre (1). C'est à cette époque que nos montagnes ont acquis toute leur hauteur et que leur contour a été définitivement arrêté. Par conséquent, leurs sommités les plus élevées se sont couvertes de neiges éternelles et ont donné naissance aux premiers glaciers. Ceux-ci ont commencé à descendre sur la pente des hautes vallées et à transporter des moraines. Il y a eu alors des torrents, des rivières torrentielles et des fleuves ayant exactement les mêmes bassins que les nôtres et coulant dans le même sens ; ils produisaient donc des érosions, des amas de déjections et des atterrissements semblables à ceux que nous observons. D'autre part, il ne s'est plus formé dans le sein des mers, si ce n'est peut-être accidentellement et sur des espaces très-restreints, de ces puissants dépôts de sédiment de nature calcaire, marneuse ou arénacée, dont on voit de si fréquents exemples jusqu'à la fin de la période tertiaire. De ce grand changement survenu à la fois sur la terre et dans le sein des mers, et de la ressemblance des nouvelles circonstances physiques avec celles de nos jours, on peut tirer les deux conséquences suivantes. En premier lieu, si pendant le cours de la période quaternaire il y a eu comme précédemment des oscillations lentes de la croûte terrestre, leurs résultats ont dû être notable-

(1) Par un accord remarquable, en même temps que le monde physique devenait semblable au nôtre, la vie dans son ensemble prenait les formes actuelles. La différence principale entre la période quaternaire et la moderne paraît être l'état d'équilibre général, qui est maintenant établi et dont la durée sera peut-être indéfinie.

ment différents de ce qu'ils avaient été pendant les temps secondaires et tertiaires ; car, s'il est exact de dire que les mêmes causes produisent les mêmes effets, c'est sous la condition essentielle que l'objet sur lequel les causes agissent n'aura pas lui-même changé. Si cet objet a été profondément modifié, les mêmes causes produiront en général des effets très-différents. En second lieu, puisqu'il y a eu tant de similitude dans l'état physique de la surface terrestre pendant les temps quaternaires et de nos jours, il y a un moyen simple de s'assurer si en effet les phénomènes diluviens peuvent s'expliquer par un mouvement oscillatoire du sol : c'est de voir ce qui arriverait si un pareil mouvement se produisait à l'époque actuelle. Il est clair que s'il doit donner naissance à des terrains de transport analogues à ceux que nous avons distingués sous les noms de *diluvium des vallées*, de *diluvium des plateaux* et de *diluvium des terrasses*, il deviendra extrêmement vraisemblable que ces anciens dépôts ont été formés par une cause pareille.

Nous allons donc examiner quelles seraient les conséquences d'une oscillation moderne.

Si le niveau de la mer s'élevait peu à peu, il est évident que les atterrissements aujourd'hui en voie de formation à l'embouchure de tous les fleuves s'avanceraient progressivement dans l'intérieur des terres, et qu'en supposant le mouvement ascensionnel des eaux assez lent pour permettre à ces alluvions d'acquérir une grande épaisseur, le fond des vallées en serait entièrement rempli. Il n'est pas moins clair que les alluvions dépo-

sées ne se composeraient pas seulement de sable et de limon, mais de cailloux de diverses grosseurs. Ces cailloux pourraient même renfermer des blocs d'un volume tout à fait exceptionnel et combler les vallées jusqu'à une grande hauteur, si l'envahissement des terres par la mer modifiait les lois météorologiques de l'atmosphère de manière à augmenter la durée et la violence des pluies; il est certain que, dans ce cas, la quantité et la grosseur des matières charriées, ainsi que la longueur de leur parcours, pourraient s'accroître dans un rapport énorme. Comme les cours d'eau secondaires sont régis exactement par les mêmes lois que les rivières où ils portent leurs eaux, l'atterrissement des vallées principales remonterait le long des vallées latérales. Il se formerait donc dans chaque bassin un vaste dépôt de sable et de gravier, dont le caractère le plus constant serait d'occuper en tout lieu les parties les plus basses du sol. Ce *terrain de transport des vallées* serait excessivement puissant dans le voisinage des hautes montagnes, si les eaux devenues stationnaires formaient pendant longtemps un lac ambiant; car les torrents y transporteraient de tous côtés une grande masse de débris. Si à la même époque la température des lieux était assez basse pour que les glaciers pussent descendre au niveau de ce lac et y pénétrer, on y trouverait pêle-mêle des cailloux roulés ordinaires, des galets finement striés, pareils à ceux des glaciers; enfin de gros blocs, anguleux comme ceux des moraines. Nous ajouterons que la nappe d'eau étant salée, il est vraisemblable que sur quelques points,

là où les circonstances seraient favorables à l'entretien de la vie, on verrait des animaux marins apparaître et se propager.

Passons maintenant à la seconde phase du phénomène, et supposons que la mer commence à se retirer. Cette retraite aura pour premières conséquences les trois faits suivants. D'abord le sol des vallées, jusque-là enseveli sous une grande hauteur d'eau, en sortira peu à peu; les parties supérieures, voisines des hautes montagnes, seront les premières émergées; puis les autres paraîtront successivement. En second lieu, comme rien n'aura été changé à la pente générale du sol, les eaux commenceront à se mouvoir suivant cette pente; il s'établira des courants qui, partant du sein des montagnes où ils auront leur source, suivront la direction des vallées déjà en partie émergées, pour se rendre à la mer. En troisième lieu, comme le fond de ces vallées aura été comblé jusqu'à une grande hauteur par les atterrissements formés pendant la période d'ascension des eaux, les courants qui les parcourront couleront nécessairement à un niveau très-élevé. Ils ne suivront nullement la ligne de l'ancien thalweg du sol; mais ils divagueront, soit à droite, soit à gauche, et couvriront les plaines supérieures ou plateaux environnants, dans le sein desquels l'ancien thalweg avait été creusé. Comme tous les courants charrient des matières et qu'ils les déposent dès que leur puissance d'entraînement éprouve une diminution sensible à la suite des crues, il se formera nécessairement, à cette époque, une couche plus ou moins épaisse de sable et de gravier, qui s'étendra transgressivement

à la fois sur l'ancien atterrissement et sur le sol élevé dont celui-ci aura atteint le niveau. Cette nappe sablo-caillouteuse sera un véritable *terrain de transport des plateaux*, relativement au fond primitif de la vallée. Les eaux continuant à baisser, un autre phénomène ne tardera pas à se produire. Dès que le sol des vallées aura atteint, par le fait de son émerision toujours croissante, une hauteur un peu notable au-dessus du niveau de la mer, les eaux courantes, jusque-là superficielles, commenceront à s'encaisser soit dans le sein des alluvions précédemment déposées, soit même accidentellement dans les terrains voisins, s'ils sont peu résistants. Cet encaissement, qui fera des progrès incessants au fur et à mesure de l'abaissement de la mer, aura lieu en vertu de causes diamétralement opposées à celles qui agissaient pendant la période de son ascension. En effet, lorsque la mer s'élevait, elle barrait successivement à diverses hauteurs le lit des cours d'eau, ce qui provoquait nécessairement la formation d'un atterrissement ; ces barrages venant à disparaître, les eaux devront défaire ce qu'elles avaient fait, et par conséquent entraîner les matières déposées. Le même principe peut être énoncé en d'autres termes, encore plus généraux, par la phrase suivante, qui exprime une loi fondamentale des rivières torrentielles : « Le lit d'un cours d'eau dont le régime moyen
« est supposé constant tend sans cesse vers un certain
« état permanent ou d'*équilibre*, et finit avec le temps
« par l'atteindre. Si l'on trouble cet équilibre en modi-
« fiant momentanément, soit le régime des eaux, soit
« les conditions physiques du sol, dès que la cause mo-

« difiante aura disparu, le lit redeviendra exactement ce « qu'il était auparavant. » Il résulte de cette loi que, lorsqu'au retour de son excursion dans le sein des terres, la mer sera rentrée dans ses anciennes limites, toutes les vallées auront repris ou reprendront peu à peu, par l'action des eaux courantes, exactement la même pente et la même profondeur qu'elles avaient auparavant.

Supposons maintenant que l'abaissement de la mer, au lieu de s'être opéré d'une manière continue, ait éprouvé plusieurs intermittences durant lesquelles le niveau des eaux restait sensiblement constant. Il est aisé de voir que pendant ces époques, le creusement du sol ayant été suspendu, les courants se seront maintenus sur le même plan incliné. Les vallées offriront donc des traces de plusieurs anciens lits étagés, ou, en d'autres termes, des *terrasses* indiquant le niveau successif des eaux. Puisque ces terrasses auront été d'anciens lits, elles seront recouvertes d'une certaine épaisseur de matières alluviennes. On aura donc un *terrain de transport des terrasses*.

Cet exposé nous paraît suffisant pour montrer qu'une oscillation terrestre qui arriverait à l'époque actuelle produirait un *diluvium des vallées*, un *diluvium des plateaux* et un *diluvium des terrasses*, tout à fait semblables, sous le rapport du gisement, à ceux que nous présente la période quaternaire. Pour que cette conformité fût vraie à tous les points de vue et s'étendit jusqu'aux moindres détails, il faudrait admettre qu'une oscillation moderne serait accompagnée, lorsque commencerait la retraite de la mer, de nombreuses sources ferrugineuses,

qui communiqueraient une teinte généralement ocreuse aux dépôts formés à cette époque. Il faudrait aussi supposer qu'en même temps que la mer sortirait de son lit, il y aurait de grands changements météorologiques, ayant pour effet d'augmenter beaucoup les cours d'eau et de rendre le climat plus froid. Nous croyons, en effet, que le volume des rivières actuelles, même au moment de leurs plus fortes crues, n'est pas en rapport avec l'immensité des dépôts et des érosions quaternaires. Il est encore plus évident qu'une extension extraordinaire des glaciers ne pourrait avoir lieu qu'à la suite d'un abaissement notable de la température moyenne de nos contrées. La première hypothèse, celle de l'apparition de sources ferrugineuses produisant des dépôts ocreux, n'a absolument rien d'in vraisemblable. Il existe de pareilles sources de nos jours, et il serait peu étonnant que, venant du sein de la terre, elles devinssent plus abondantes et plus nombreuses à la suite d'une perturbation de la croûte du globe. Quant à l'augmentation du volume des eaux courantes et à l'abaissement de la température moyenne, nous avons sans peine que l'on ne voit pas nettement pourquoi ces deux faits coïncideraient avec un changement dans le niveau des mers. Au reste, il n'est pas étonnant qu'il en soit ainsi, puisque une obscurité profonde enveloppe encore la cause des oscillations. Il est vraisemblable que, si jamais nous parvenons à la connaître dans son essence et dans la manière dont elle a agi, nous verrons en même temps comment elle a pu modifier profondément les climats.

Pour compléter notre exposé théorique, il nous reste

à dire quelques mots des blocs erratiques superficiels, dont la dispersion a été le dernier des phénomènes quaternaires. Nous partageons l'opinion de la plupart des géologues, qui attribuent leur transport à d'anciens glaciers, cette hypothèse étant la seule qui puisse raisonnablement expliquer tous les détails de leur gisement. Nous croyons aussi que cette seconde époque glaciaire a été produite par des causes analogues ou identiques avec celles qui avaient déterminé la première. Or, l'on a vu qu'au commencement de la période quaternaire, l'abaissement de la température moyenne avait coïncidé avec un grand mouvement de la croûte terrestre ; il est donc naturel d'admettre qu'il en a été de même à la fin. Seulement, pour rester d'accord avec les faits, il faut supposer que cette dernière oscillation a eu lieu en sens contraire de la précédente. Le sol déjà émergé se serait élevé jusqu'à une certaine hauteur ; puis, par un mouvement rétrograde, il aurait repris à peu près son ancienne position. S'il en a été ainsi, aucun terrain de sables et de cailloux roulés, actuellement visible, n'a pu se former à cette époque, et la principale preuve de son existence a dû être cette multitude de blocs erratiques qui, par leur éloignement des points d'où ils sont partis et leur gisement à de grandes hauteurs, constituent un des faits les plus extraordinaires et les plus dignes d'intérêt qu'y ait en géologie.

CHAPITRE VI.

TERRAINS MODERNES.

On appelle *terrains modernes* ceux qui se sont formés depuis le commencement de l'ordre actuel des choses, c'est-à-dire depuis que le contour des mers, la configuration et le relief des terres, sont exactement tels que nous les voyons aujourd'hui. Nous disons *exactement*, car les modifications que la surface du globe a éprouvées depuis les temps historiques les plus reculés sont réellement insensibles, si on les compare à celles qui ont été produites autrefois par les moindres révolutions géologiques.

Les terrains modernes sont extrêmement variés. Ils comprennent principalement les alluvions de nos rivières, les tourbières, les moraines, les amas de débris pierreux qui se forment au pied des hauts escarpements; certains dépôts, quelquefois très-épais, produits par des eaux incrustantes ou par les sources minérales; enfin, ce que l'on appelle la terre végétale. Dans le département de Vaucluse, nous n'aurons à décrire que les *dépôts alluvions* et la *terre végétale*.

1^o Dépôts alluviers.

Lois relatives
aux
dépôts alluviers.

Avant de parler des alluvions récentes du département, nous croyons devoir indiquer les lois générales qui président à leur accroissement. Il y a un grand intérêt à les connaître, car elles sont applicables non-seulement aux dépôts actuels, mais à tous ceux qui, pendant les temps géologiques, ont été également formés dans le sein des eaux courantes.

Une expérience journalière apprend que les rivières torrentielles, lorsqu'elles éprouvent une crue un peu considérable, roulent des cailloux dont le nombre et la grosseur dépendent à la fois du volume et de la vitesse des eaux. Il est également certain que ces cailloux ne résultent pas en général de la destruction des berges : ils ont été entraînés des lieux plus ou moins élevés où les cours d'eau et leurs affluents prennent leur source. Le plus souvent, ce sont des fragments non adhérents au sol, provenant de la désagrégation incessante que subissent la plupart des roches sous l'influence des agents atmosphériques et par le jeu des affinités moléculaires. Cette destruction a lieu surtout sur une grande échelle à la surface des escarpements de plusieurs centaines de mètres de hauteur, que présentent la plupart des chaînes de montagnes et principalement les Alpes. L'action de la pesanteur fait tomber les fragments détachés dans les ravins, dont les dernières ramifications atteignent le pied des escarpements ; de là, ils sont entraînés dans le

lit des torrents, puis dans celui des rivières torrentielles, enfin dans le sein des fleuves. Il s'en faut de beaucoup que tous ces débris atteignent la mer. Le plus souvent ils se déposent, à l'état de sable, de gravier et de cailloux, dans certaines parties du lit, où, par l'effet de diverses circonstances physiques, ordinairement à cause d'une diminution dans la pente, la vitesse du courant éprouve un ralentissement notable. Ces dépôts, qui peuvent à la longue atteindre des dimensions considérables en épaisseur et en étendue, constituent les terrains nommés alluviens. On aurait une idée inexacte de leur formation, si l'on supposait qu'à chaque crue il s'y ajoute de nouvelles matières. On doit faire sous ce rapport une distinction essentielle. Il y a des crues *excessives*, dont le caractère principal est d'être courtes et violentes ; elles sont le résultat de pluies très-fortes et d'une certaine durée. Dans ce cas, la rivière charrie une énorme quantité de sable et de cailloux, qui ne manquent jamais de se déposer lorsque les eaux entrent dans leur période de décroissance. Il y a d'autres crues *ordinaires*, dues à des pluies longues et modérées, ou bien à une fonte lente des neiges. Celles-ci, au lieu d'ajouter aux matières déjà accumulées, les affouillent, en sorte qu'il y a diminution dans leur épaisseur moyenne. L'accroissement séculaire du dépôt est donc la différence qui existe entre l'apport des crues excessives et la soustraction opérée par les crues ordinaires.

Action des rivières
sur leur lit.

Le lit d'un cours d'eau torrentiel, sur un point donné, ne peut évidemment être modifié par l'action de l'eau que de trois manières.

Dans la première, la différence entre les matières déposées par les crues excessives et celles qui sont enlevées par les crues modérées est *positive*. Il se fait alors un exhaussement dont les progrès sont continuels. L'atterrissement qui en est le résultat a reçu depuis longtemps le nom de *lit de déjection*.

Dans la seconde, la différence entre les additions et les soustractions de matières est *nulle*. Par suite de cet équilibre, il n'y a en définitive ni exhaussement, ni affouillement. On appelle *lit permanent* la partie des cours d'eau où les choses se passent ainsi.

Dans la troisième, les crues affouillantes l'emportent sur celles qui déposent. Lorsque cela arrive, il y a, quant à l'accumulation des alluvions, un résultat *négatif*; le terrain, au lieu de s'exhausser, se creuse sans cesse. Ce cas s'observe assez souvent dans les lieux élevés où les torrents prennent leur source; il se réalise toutes les fois que les eaux ne coulent pas habituellement sur du gravier, mais sur une roche nue : on a alors un *lit d'érosion*.

Il est important de remarquer que l'état de *lit permanent* est celui que les eaux tendent constamment à établir dans toute l'étendue de leur cours. En effet, là où il y a un exhaussement, la pente augmente; par suite, la vitesse de l'eau s'accroît, et l'abondance des dépôts diminue d'année en année. Sur les points où il y a au contraire un affouillement, la pente devient moindre et l'action érosive du courant s'affaiblit dans le même rapport. Il s'en faut de beaucoup que l'établissement d'un lit permanent, but vers lequel tend sans cesse l'action des eaux cou-

rantes, soit près d'être réalisé en ce qui concerne la plupart de nos rivières. Le défaut d'équilibre que l'on remarque dans les diverses parties de leurs cours peut même être cité comme une des preuves que l'ordre actuel des choses ne remonte pas à une époque indéfinie.

Conséquences.

De la tendance qu'ont tous les cours d'eau à se créer un lit permanent, on tire rigoureusement cette conséquence, que jamais un *lit de déjection* ne peut être remplacé par un *lit d'érosion*, et réciproquement, à moins que les lieux n'aient éprouvé des modifications physiques de nature à changer notablement les conditions d'écoulement de la rivière. Ces modifications peuvent être très-diverses. Ainsi, pour en citer un exemple, on peut à volonté créer ou faire disparaître un lit de déjection en établissant ou en détruisant un barrage sur un torrent. L'endiguement a souvent pour résultat de supprimer l'exhaussement qui avait lieu sur un point et de le transporter en aval.

Applications géologiques.

Ces principes trouvent des applications importantes dans les observations géologiques. S'il existe quelque part un ancien terrain de transport, évidemment déposé par un cours d'eau dont l'analogue subsiste encore, et si la rivière actuelle, au lieu de couler à la surface de ce terrain, s'y est encaissée de manière à le traverser entièrement, il est certain qu'entre le dépôt et l'érosion, les lieux ont dû éprouver une modification dont le résultat a été d'augmenter la vitesse de l'eau en faisant disparaître un obstacle. De même, si l'on observe qu'une vallée profonde a été remplie en grande partie par un dépôt de sable et de cailloux roulés, il est inadmissible que le

même courant, sans changement dans les conditions physiques de son écoulement, ait successivement creusé et comblé la vallée. Ces deux actions, étant diamétralement opposées, supposent des circonstances géologiques également très-différentes. Il est probable, ainsi que nous l'avons expliqué en parlant des terrains quaternaires, que ces changements de circonstances ont été autrefois des variations du niveau des mers.

Il existe dans le département de Vaucluse, et dans beaucoup d'autres lieux, des dépôts alluviaux qui ont cessé de s'accroître parce qu'ils ne sont plus submersibles. Ce fait remarquable nous paraît devoir être attribué à deux causes. D'abord, tout indique qu'au commencement de la période moderne, les rivières avaient un écoulement moins facile que de nos jours. Des barrages de matières de transport, qui n'ont cédé qu'à l'action prolongée des crues affouillantes, exhaussaient leur niveau et favorisaient leurs divagations sur des espaces que maintenant elles ne peuvent plus atteindre. L'homme est venu bientôt après, et ses travaux agricoles n'ont pas peu contribué à resserrer le domaine des eaux : afin de profiter des terrains alluviaux, les plus fertiles de tous, il a construit des digues et rectifié le cours des rivières, dont le lit s'est encore approfondi. Il n'est donc pas étonnant que des plaines étendues, dont le sol formé d'un limon moderne, souvent tourbeux, a été sans aucun doute longtemps sous les eaux, soient aujourd'hui complètement émergées et couvertes de riches cultures. Pour la plupart de ces terrains, leur dessèchement ne remonte pas au delà des temps historiques. Une autre

Alluvions
insubmersibles.

cause moins générale, et spéciale aux Alpes, de l'abaissement des cours d'eau au-dessous de leurs premières alluvions, est le boisement graduel des montagnes après la fusion des glaces de la dernière époque quaternaire. Ce boisement, que la nature a opéré probablement avant l'apparition de l'homme sur les lieux, a eu pour effet de diminuer la masse des cailloux charriés par les cours d'eau torrentiels, et par suite de favoriser leur encaissement.

Nous allons maintenant entrer dans quelques détails sur les dépôts alluviers des plaines du Rhône et de la Durance, dans l'étendue du département de Vaucluse.

Alluvions du Rhône.

Les alluvions du Rhône, observées sur la rive gauche de ce fleuve, forment une zone à contour irrégulier et d'une largeur très-variable, que l'on peut suivre sans interruption depuis l'extrémité nord du département jusqu'à l'embouchure de la Durance. Ce que nous allons dire de l'aspect et de la composition de ce dépôt, entre le Bourg-Saint-Andéol (Ardèche) et Pierrelatte, donnera une idée très-approchée de ce qu'il est partout ailleurs.

Sur la gauche du fleuve, en face du Bourg-Saint-Andéol, les alluvions récentes présentent deux étages distincts, sous le rapport de la grosseur des matériaux et de leur hauteur, relativement au niveau ordinaire des eaux. L'étage le plus bas, inculte ou occupé par des prairies et des oseraies, n'a pas plus de 200 à 250 mètres de largeur et ne s'élève au-dessus des eaux moyennes que de 1 mètre à 1^m.50; il se compose de cailloux, de gravier et de sable en général grossier, que le Rhône dépose toutes les fois qu'il éprouve une crue un peu forte.

Son épaisseur est inconnue et probablement considérable. L'étage supérieur, dont la hauteur moyenne au-dessus du précédent est d'environ 2^m.50, est bien cultivé ; il consiste en une nappe peu épaisse de sable fin et de limon, qui, sous la forme d'un plan régulièrement incliné, s'élève de l'ouest à l'est et se prolonge jusqu'aux environs de Pierrelatte ; ce limon est le produit des crues extraordinaires du fleuve. Le gravier du dépôt inférieur est remarquable par la diversité des roches qui entrent dans sa composition ; on y observe des calcaires de couleurs très-variées, des granites à feldspath rose, des gneiss, des roches amphiboliques, des quartzites alpins, des porphyres quartzifères rougeâtres, des quartz roses, des quartz blancs presque hyalins, quelques roches d'épidote, assez souvent des spilites, et quelques basaltes. Parmi ces roches, on reconnaît à leur physionomie particulière celles qui viennent des Alpes. Ces cailloux, où les calcaires paraissent dominer, sont moyennement de la grosseur du poing. Comparés dans leur ensemble à ceux du diluvium inférieur, ils en diffèrent par une proportion constamment moindre de quartzites alpins ; leur diversité de couleur leur imprime aussi un aspect caractéristique. Le sable, qui est toujours mêlé dans une certaine proportion à ce gravier, étant examiné de près, paraît composé de paillettes de mica, de nombreux grains de quartz et de débris de roches, les unes dures et de couleur foncée, les autres de nature calcaire. Le limon argilo-sableux du dépôt supérieur est d'un gris cendré tirant sur le brun ; il contient moyennement de 40 à 45 pour 100 d'un sable très-fin, presque en totalité siliceux,

et 30 à 32 pour 100 de carbonate de chaux, dont la plus grande partie paraît être à l'état de mélange intime. Son épaisseur est faible, car là où le sol a été labouré un peu profondément, on a amené à la surface les quartzites alpins du diluvium des terrasses. Lorsque l'on cherche à suivre la ligne séparative des deux étages d'alluvions dont nous venons de parler, on remarque qu'elle est quelquefois indiquée par une berge d'une certaine hauteur; mais le terrain peut aussi ne présenter aucune brisure de pente et descendre graduellement jusqu'au niveau du Rhône. Dans ce cas, les alluvions supérieures ne sont pas nettement séparées de celles qui sont contiguës au fleuve; on ne les reconnaît qu'à l'absence des cailloux roulés.

Il est facile de confondre le dépôt limoneux du Rhône avec le lehm du diluvium des terrasses, l'un et l'autre ayant à peu près la même composition minéralogique. Le plus sûr pour les distinguer est de les observer sur un espace suffisamment étendu. Il est rare que le terrain sur lequel on marche, s'il est quaternaire, ne prenne quelque part la teinte ocreuse qui caractérise les formations récentes de cette période. Cela n'arrive jamais pour les matières alluviales, qui sont toujours d'un gris plus ou moins foncé.

Les alluvions modernes constituent à l'ouest d'Orange une vaste plaine, très-fertile, dont le sol est un limon fin, presque entièrement dépourvu de gravier et contenant 40 à 43 p. 0/0 de carbonate de chaux. Ce terrain, qui, par son aspect et sa consistance, a de l'analogie avec celui des *Paluds* dont nous allons parler, a été

formé probablement à une époque où les eaux du Rhône mêlées à celles de l'Aigues, n'avaient point au défilé du Lampourdier, situé à quelques kilomètres en aval, un écoulement aussi facile que de nos jours ; elles refluaient sans doute en amont, jusqu'aux environs d'Orange, et donnaient lieu à un lac où se déposaient les matières de transport les plus ténues.

L'île de la Barthelasse, entre Avignon et Villeneuve (Gard), est tout entière un produit alluvien des plus modernes. Elle est composée à peu près exclusivement de sable et de limon, mêlés quelquefois de menu gravier ; son sédiment est par conséquent plus fin que celui qui avoisine le Rhône au nord du département. On a trouvé dans un échantillon de sable pur, pris sur les bords du fleuve, 22 p. 0/0 de carbonate de chaux ; le reste était de la silice ou des silicates inattaquables par les acides faibles.

Un des dépôts alluviens les plus remarquables de Vau-
cluse est celui de la plaine des *Paluds*, qui s'étend dans la direction du nord au sud, depuis les environs de Monteux jusqu'à la Durance. Elle est limitée à l'est par les collines formant de ce côté les premiers gradins des montagnes, et à l'ouest par une autre série de hauteurs au pied desquelles se trouvent Bédarrides, Vedènes, Gadagne et Caumont. On observe dans cet espace un sol principalement sableux, fin, léger et de couleur gris cendré, qui ne renferme ni cailloux, ni gravier, mais un grand nombre de coquilles terrestres et fluviatiles, semblables à celles qui vivent encore en Provence. Au-dessous et à une faible profondeur, il y a une couche tourbeuse qui paraît très-

Les Paluds.

étendue. La constitution géologique de cette plaine, et le nom même qu'elle porte, indiquent assez qu'elle a été autrefois un vaste marécage où se dispersaient les eaux de l'Ouvèze, de l'Auzon, de la Nesque et de la Sorgues. Aujourd'hui sa surface, bien desséchée, est extrêmement fertile et convient particulièrement à la culture de la garance.

L'analyse d'une terre végétale des Paluds, prise aux environs de l'Isle, a donné les résultats suivants (1) :

Sable quartzeux, un peu micacé	0.340
Sable calcaire.	0.260
Carbonate de chaux invisible	0.215
Argile.	0.110
Oxyde de fer	0.035
Eau et matières organiques.	0.040
	1.000

On remarquera la forte proportion de carbonate de chaux et la faible quantité d'argile qui se trouvent dans ce dépôt alluvien.

La tourbe formant le sous-sol a été également analysée; elle renferme :

Matières volatiles.	0.653
Charbon	0.173
Cendres.	0.174

La plaine arrosée par l'Ouvèze, au nord des Paluds, depuis Bédarrides jusqu'aux environs de Violès, ren-

(1) Cette analyse et celle de la terre de Malemort citée plus loin sont dues à M. Berthier. Voyez *Annales des Mines*, 1841, t. 19, p. 675.

ferme un terrain alluvien qui est le prolongement du précédent et lui ressemble sous plusieurs rapports ; il en diffère seulement par une proportion un peu plus considérable d'argile, par une teinte plus foncée, et aussi par la présence de quelques cailloux roulés.

Les alluvions récentes de la Durance occupent, soit à droite, soit à gauche du lit habituel de cette rivière, depuis son entrée dans le département de Vaucluse jusqu'à son embouchure dans le Rhône, une superficie qui n'est pas moindre de 250 kilomètres carrés. Leur largeur moyenne est d'environ 3 kilomètres. Comme pour le Rhône, les parties les plus voisines du lit sont caillouteuses. On y trouve beaucoup de galets formés de calcaires jurassiques ou crétacés ; puis, des grès quartzeux, des quartz compactes, des protogynes, des porphyres verts, et quelques autres roches appartenant aux espèces les plus dures des montagnes des Hautes-Alpes. Dès que l'on s'éloigne des bords de la rivière, les cailloux disparaissent et font place à un limon fin, de couleur foncée, en général très-fertile. A son aspect et à sa consistance, on reconnaît facilement qu'il est plus argileux que celui du Rhône, ce qui s'explique par l'étendue et la puissance des schistes argileux qui composent la plupart des montagnes où les affluents de la Durance prennent leur source.

Alluvions
de la Durance.

Un échantillon de ce limon, pris à Malemort dans un champ cultivé, sur la rive gauche de la Durance, a donné par la lévigation 0.25 à 0.28 d'un sable composé de grains de quartz la plupart extrêmement fins, de débris de coquilles et de pierres calcaires ; le reste était de la

marne argileuse. Voici le résultat de l'analyse complète :

Sable quartzeux fin	0.200
Argile	0.305
Oxyde de fer	0.060
Carbonate de chaux	0.370
Carbonate de magnésie	0.010
Matières organiques	0.016
Eau	0.039
	<hr/>
	1.000

Le fer contenu dans cette terre s'y trouvait en partie à l'état de protoxyde.

Autres dépôts
alluviens.

Aux dépôts alluviens que nous venons de mentionner, il faut en ajouter beaucoup d'autres, moins considérables et spéciaux aux divers affluents du Rhône et de la Durance. Tous les cours d'eau, même ceux qui sont habituellement à sec, sont accompagnés d'une bordure d'alluvions plus ou moins étendue, produit des grandes crues qu'ils ont éprouvées à diverses époques. Nous n'entreprendrons pas leur description, qui présenterait peu d'intérêt. On rencontre aussi fréquemment, sur le territoire du département, de petits bassins dont le sol limoneux ou tourbeux indique clairement qu'ils ont été autrefois des marais ou des étangs; le plus souvent leur contour est encore parfaitement visible. Il existe trois ou quatre de ces anciens étangs desséchés sur le plateau accidenté que forme le grès vert supérieur entre Bollène, Uchaux et Mondragon; ils y occupent un espace considérable près du château de Maxillan, à Derbous et au sud de Lestang. Ce sont même les alluvions de ces divers bassins qui constituent aujourd'hui à peu près exclusive-

ment les terrains cultivés de cette partie du canton de Bollène, les sables et les grès quartzeux crétacés environnants étant le plus souvent complètement stériles.

2° Terres végétales.

On entend par *terre végétale* une couche minérale, Définition. essentiellement *meuble* et *superficielle*, propre à la germination des plantes et à l'entretien de leur vie, ce qui suppose qu'elle est perméable à l'eau et à l'air. Au-dessous de la terre végétale ainsi définie, il existe toujours des roches impropres à la végétation, soit à cause de leur trop grande consistance qui ne permet pas aux racines de s'y introduire, soit parce que, malgré leur faible cohésion, elles ne sont pas suffisamment accessibles à l'eau et à l'air ; elles forment le *sous-sol*.

Les terres végétales ont deux origines très-différentes, ainsi que nous l'expliquerons bientôt ; mais, dans tous les cas, elles ne doivent point être regardées comme un simple amas de petits fragments de roches. Ces débris ont subi, en effet, par suite de leur position superficielle et de leur perméabilité, des modifications importantes. Le plus souvent ils ont éprouvé une décomposition partielle ; il s'y est ajouté en outre des éléments nouveaux. Ainsi, les pluies y ont fait pénétrer en quantités très-minimes à la vérité, mais cependant sensibles, de l'ammoniaque, de l'acide nitrique, de l'acide carbonique, etc. ; les eaux de filtration les ont imprégnés de tous les sels qu'elles renferment en dissolution ; enfin, les matières

organiques, que diverses causes accumulent à la surface du sol, y ont introduit les principes qui leur sont propres. La terre végétale est donc une couche de matières dont les éléments très-complexes sont toujours, au moins en partie, le produit de causes actuellement agissantes; à ce point de vue, elle est un terrain moderne et doit figurer parmi ceux de la période géologique actuelle.

Principes
de classification.

L'étude des terres végétales est d'une importance extrême en agriculture; mais, pour qu'elle soit susceptible d'applications utiles, il faut lui donner pour base une bonne classification. Celles que l'on trouve dans la plupart des livres et qui consistent à diviser les terres d'après la nature chimique et la constitution physique de leurs éléments, sont évidemment insuffisantes, parce qu'on n'y tient pas compte du sous-sol, dont l'influence est cependant en général très-grande sur la végétation. Ainsi, pour n'en citer qu'un seul exemple décisif, une terre où domine l'argile peut être excellente ou très-mauvaise pour le cultivateur, suivant que la roche sous-jacente est perméable ou imperméable. Il est donc absolument nécessaire de tenir compte à la fois de la nature de la terre végétale et de celle de la roche qui lui sert de base. Quelques auteurs ont cru qu'il suffisait d'indiquer si cette roche était perméable ou non, pour satisfaire à l'obligation dont nous parlons: c'est encore une erreur; car, ainsi que nous allons l'expliquer, il y a des cas où la roche sous-jacente influe sur la terre végétale, non-seulement par ses qualités physiques, mais aussi par sa composition chimique. D'un autre côté, chaque sous-sol possède un certain degré, et même une certaine

nature de perméabilité ou d'imperméabilité qui lui sont propres, et dont on ne peut donner une idée exacte qu'en *nommant* la roche elle-même.

Une terre végétale d'une certaine nature et son sous-sol forment par leur réunion ce que l'on appelle un *terrain agricole*. Les études que nous faisons depuis longtemps sur ces sortes de terrains nous ont conduit à les classer d'après la méthode suivante, que nous nous sommes efforcé de rendre *naturelle* (1).

Terrain agricole.

En ayant égard aux rapports qui existent entre le sol végétal et le sous-sol, les terrains agricoles se divisent en deux grandes classes. Chez les uns, la terre est le produit de la décomposition ou de la désagrégation des roches sous-jacentes ; nous les nommons terrains à *sol végétal autochtone* (2). Chez les autres, la terre est une matière de transport sans liaison aucune avec le sous-sol géologique ; le terrain agricole est alors à *sol végétal indépendant*. C'est un fait incontestable et d'une observation vulgaire qu'il existe des terres *autochtones*, dont la composition est déterminée par celle des roches sous-jacentes. Ainsi, il y en a qui sont dites granitiques, volcaniques ou marneuses, parce qu'elles sont nées de la décomposition de granites, de laves ou de calcaires marneux, sur lesquels elles reposent. Toutes les fois que cela a lieu, les qualités du sol végétal dépendent de

Classification
des
terrains agricoles.

(1) On appelle *classifications naturelles* celles qui sont fondées sur l'ensemble et la subordination des caractères que présentent les corps. Ce sont évidemment les meilleures ; depuis longtemps on les a adoptées pour la botanique et la zoologie.

(2) C'est-à-dire né sur les lieux mêmes où il se trouve.

celles du sous-sol chimiquement et physiquement. Elles en dépendent chimiquement, à cause de la communauté d'un grand nombre d'éléments ; et physiquement, puisque la perméabilité plus ou moins grande des roches inférieures influe nécessairement sur celle de l'ensemble du terrain. Quant aux terrains agricoles à *sol végétal indépendant* ou de transport, leur existence n'est pas moins certaine ; ce sont même ceux qui sont les plus répandus. On doit distinguer pour ces terrains deux manières d'être assez différentes. Dans la première, les matières meubles transportées ayant une grande puissance, le sol végétal a pour sous-sol un terrain qui lui ressemble exactement sous le rapport de l'origine et de la composition. Cependant, malgré cette similitude, le premier n'est pas le résultat de la décomposition ni de la désagrégation du second ; il y a toujours entre eux une indépendance complète. Dans la seconde manière d'être, les matières de transport, étant peu épaisses, constituent en totalité le sol végétal. Alors celui-ci n'est pas seulement indépendant du sous-sol ; il est souvent d'une nature minéralogique entièrement opposée : un dépôt peu épais d'argile de transport peut être superposé, par exemple, à un calcaire compacte, ou bien une couche de sable calcaire, à un granite.

La division que nous venons d'établir entre les terrains agricoles, suivant que leur terre végétale est dépendante ou indépendante du sous-sol, n'est pas seulement réelle ; elle est aussi naturelle, car elle coïncide avec des changements importants dans les autres caractères. Ainsi, les terres de transport occupent principalement les pays

non accidentés. Leur composition reste à peu près la même sur de grandes étendues, et décide de la fertilité ou de la stérilité de toute une contrée. On peut citer comme exemples : d'une part, d'immenses plaines d'alluvion limoneuse, couvertes partout d'une végétation luxuriante ; d'autre part, des sables et des nappes de cailloux roulés, qui constituent de vastes déserts. Les terrains à sol végétal autochthone diffèrent beaucoup des précédents sous ces divers rapports : ils sont propres aux pays montagneux ; leurs variations d'aspect et de composition sont fréquentes ; leur degré de fertilité surtout change en quelque sorte à chaque pas, car il dépend à la fois de la nature minéralogique du sous-sol et de la configuration extérieure des lieux.

Nous allons maintenant faire connaître sommairement les divisions secondaires de ces deux grandes classes de terrains agricoles.

Pour subdiviser les terrains à *sol autochthone*, nous avons égard à la fois à la nature de la roche sous-jacente et à la nature de la décomposition qu'elle a subie : l'une donne les genres et l'autre les espèces. La roche sous-jacente est indiquée par son nom minéralogique : ainsi nous avons des terrains à sous-sol de *granite*, de *calcaire compacte*, etc. Quant à la décomposition, elle peut être *argileuse*, *fragmentaire* ou *argilo-fragmentaire*. La décomposition est *argileuse*, lorsqu'elle a pour résultat principal la production de l'argile. C'est ce qui arrive pour un certain nombre de silicates multiples dont les bases disparaissent peu à peu sous l'influence des agents atmosphériques, de manière à ce qu'il ne reste que de

l'alumine unie à une certaine proportion de silice (1). Il y a d'autres roches, comme les grès siliceux, qui peuvent être formées d'éléments indestructibles réunis par un ciment d'une altération facile. Celui-ci disparaissant, les débris empâtés deviennent libres. Dans ce cas, la décomposition est essentiellement *fragmentaire*. Entre ces deux espèces de décomposition, l'une entièrement argileuse, l'autre purement fragmentaire, il y en a évidemment d'intermédiaires d'où résultent à la fois de l'argile et des fragments : c'est la décomposition *argilo-fragmentaire*. Certains granites, les calcaires en partie marneux, les grès argileux ou argilo-calcaires, et beaucoup d'autres roches, donnent un pareil produit.

Les genres et les espèces des terrains agricoles à *sol végétal indépendant* sont également fondés sur la considération des sous-sols et sur celle des terres qui les recouvrent. Les sous-sols se partagent en roches perméables et en roches imperméables. Il convient, dans tous les cas, de les indiquer d'une manière encore plus précise par leur nom minéralogique. Les terres indépendantes nous ont paru constituer deux divisions principales, comprenant les terres *alluviennes* et celles de *transport ancien*; l'une et l'autre présentent un grand nombre d'espèces. La première division embrasse les alluvions de toute nature formées depuis le commencement de la période actuelle. Ces dépôts, que rapprochent leur origine, leur position topographique, la variété de leurs éléments et la présence presque constante d'une certaine quantité

(1) Voyez pour cette décomposition des roches les observations importantes de M. Ebelmen, *Annales des Mines*, 4^e série, t. 7, p. 3.

de matière organique, constituent un des groupes les plus naturels de notre classification. La seconde division renferme principalement les terres de transport quaternaires ou tertiaires, qui par l'ensemble de leurs propriétés diffèrent toujours notablement des dépôts modernes. La distinction des espèces et des variétés des alluvions récentes ou anciennes est tirée de la nature *caillouteuse, argileuse, sableuse, humifère, etc.*, de la terre végétale. L'absence ou la présence du carbonate de chaux, élément agricole très-important, est un caractère remarquable par sa généralité, et qui doit être pris aussi en grande considération. Nous nous en sommes servi pour grouper les espèces en *sous-genres*.

On reprochera peut-être à ce système de classification d'être compliqué. Nous répondrons qu'il faut se résigner à la complication quand elle est dans la nature des choses. D'ailleurs, ce qui importe dans une classification, ce n'est pas qu'elle soit composée d'un petit nombre de divisions et de subdivisions, mais qu'elle soit méthodique ou fondée sur l'ensemble des caractères convenablement coordonnés. La botanique compte aujourd'hui 95,000 espèces; la zoologie en a bien davantage. Néanmoins, comme ces espèces ont été groupées naturellement par genres, et ceux-ci par familles, par classes et par ordres, on parvient sans trop de peine à déterminer successivement chacune des divisions dont fait partie tel végétal ou tel animal; quand cela est fait, on a sur son organisation et ses propriétés des notions précises. C'est une méthode pareille qu'il faut chercher à introduire en agrologie.

Terrains agricole
du
département.

Il nous reste à présenter le tableau des principaux terrains agricoles du département, nommés et classés d'après les principes qui viennent d'être exposés.

Parmi les terrains à **SOL VÉGÉTAL INDÉPENDANT**, on distingue :

1° Les *terrains agricoles alluviers*, qui sont les plus importants et les plus répandus de tous. L'espèce à *sol limoneux* est surtout fertile ; on tire de son sein la plus grande partie des produits végétaux qui enrichissent le département. Ce terrain a souvent pour sous-sol une couche de cailloux roulés ou de sables perméables ; pour cette raison, il est avantageux de pouvoir l'arroser.

2° Les *terrains de transport anciens à sous-sol de cailloux roulés*. Ils se divisent en deux sous-genres distincts : l'un *calcarifère*, ou pourvu de carbonate de chaux, est tantôt marno-sableux, tantôt marno-caillouteux ; l'autre *siliceux*, ou sans calcaire, est ordinairement sablo-caillouteux. Le terrain *calcarifère* à sol marno-sableux correspond au lehm du diluvium des terrasses des bords du Rhône ; il est à peu près aussi fertile que les alluvions limoneuses. L'espèce marno-caillouteuse se rencontre principalement dans les plaines quaternaires que traversent les affluents du Rhône ; ce terrain ne donne de bons produits que lorsque les cailloux roulés n'y sont pas en quantité trop considérable, et surtout lorsqu'on peut l'arroser. Le terrain *siliceux* sablo-caillouteux est, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, un des plus mauvais sols du département. Outre qu'il est dépourvu de carbonate de chaux, élément sans lequel il n'est pas de terre végétale fertile, le sable et les

cailloux roulés s'y trouvent en proportion beaucoup trop forte.

3° Le *terrain à sous-sol de calcaire compacte et à sol argileux de transport*. Ce terrain, que l'on observe aux environs de Sault (1) et sur d'autres points du grand plateau calcaire que domine le Ventoux, est un des plus remarquables de la géologie agricole. On le retrouve avec des caractères à peu près identiques dans un grand nombre de pays, et partout il est fertile. En effet, par suite d'une constitution physique des plus heureuses, il possède les avantages des terres argileuses sans en avoir les inconvénients. Cela résulte de la grande perméabilité du sous-sol qui réalise un drainage en grand et complet, bien supérieur à celui que l'industrie humaine pourrait établir.

Les terrains agricoles à **SOL VÉGÉTAL AUTOCHTHONE** seraient nombreux dans le département de Vaucluse, si l'on considérait en détail toutes les parties de son territoire; en n'ayant égard qu'aux grandes surfaces, ils se réduisent à quatre, qui sont :

1° Le *terrain à sous-sol de calcaire compacte et à sol fragmentaire*. Il est à peu près entièrement dépourvu d'argile, la petite quantité de cette substance qu'il renferme provenant uniquement des lits minces de marne qui séparent les bancs de calcaire compacte. Un pareil terrain, dont le sol n'a qu'une faible aptitude à retenir

(1) Quoique l'argile de Sault soit probablement d'origine geysérienne, elle n'en est pas moins une *formation de transport*. On n'y observe aucune trace de stratification, et les matières qui la composent ont été charriées mécaniquement de l'intérieur du sol.

l'humidité et dont le sous-sol est très-perméable, doit être en général inculte. C'est en effet ce que prouve l'observation. On peut citer comme exemples les vastes surfaces, complètement nues, que présentent le Ventoux, le Léberon et d'autres montagnes calcaires de la Provence.

2° Le terrain à sous-sol marno-calcaire et à sol argilo-fragmentaire. Il diffère surtout du précédent en ce que le sous-sol, au lieu d'être composé exclusivement de calcaire compacte, présente des alternances de marne plus ou moins argileuse et de calcaire. La perméabilité de ce sous-sol est variable et d'autant plus grande que les couches calcaires sont plus nombreuses. Le sol est toujours composé d'une certaine quantité de fragments de roches disséminés dans une marne argileuse, dont la proportion est ordinairement notable. Le terrain jurassique, une partie du néocomien et l'étage supérieur sextien donnent naissance à un sol végétal ainsi composé, qui ordinairement ne manque pas de fertilité. Lorsqu'il est improductif, cela tient surtout à sa position topographique.

3° Le terrain à sous-sol de grès calcarifères et à sol argilo-fragmentaire. Lorsque des grès sont associés à des roches argileuses, ou bien lorsqu'ils contiennent des éléments susceptibles de produire de l'argile par décomposition, ils donnent toujours naissance à un sol argilo-fragmentaire. La plupart des mollasses du département et la partie inférieure du terrain sextien se trouvent dans ce cas. Le sous-sol de ce terrain peut être poreux ou perméable en petit, mais en grand il est imperméable.

La fertilité de son sol végétal dépend de la proportion d'argile qu'il renferme, et beaucoup de la configuration des lieux. Lorsque l'écoulement est difficile à sa surface, ou lorsque l'argile y est très-abondante, il offre tous les inconvénients des terres trop humides. Lorsque l'élément arénacé y domine, il convient aux plantes qui demandent un sol léger, frais et profond ;

4° *Le terrain à sous-sol de grès calcarifères et à sol purement fragmentaire.* Certains grès à gros grains appartenant à la mollasse marine, la plupart des grès en grande partie siliceux, et les calcaires arénacés des deux grès vert, donnent naissance à ce terrain, qui est un des plus improductifs du département. Son sous-sol est imperméable ; quant au sol végétal, il est complètement dépourvu de l'élément argileux et ne convient guère qu'à la production des bois.

Nous n'ajouterons rien de plus à ces détails très-succincts, et nécessairement incomplets, sur les terrains agricoles du département de Vaucluse, car il n'entre pas dans le plan de cet ouvrage de les décrire, ni d'indiquer les moyens d'en tirer parti quand ils sont peu fertiles. Notre but a été seulement de donner une idée claire de la manière dont se sont formées les diverses terres végétales, et comment, dans notre opinion, on doit les classer, quand on les envisage dans leurs rapports avec l'agriculture.

NOTES ET DOCUMENTS DIVERS

NOTICE STATISTIQUE SUR LES MINES ET LES CARRIÈRES DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

Dans la description géologique des terrains du département, nous n'avons parlé qu'incidemment des mines et des carrières qui y sont contenues. Cette note est destinée à donner sur ce sujet important des notions beaucoup plus étendues. Afin de rendre notre travail aussi complet que possible, nous avons dû recourir aux documents statistiques que possèdent les ingénieurs des mines chargés du service de Vaucluse. Ils nous ont été communiqués avec empressement par MM. Sentis, ingénieur en chef, et Villot, ingénieur ordinaire. Ce dernier a même entrepris, à notre prière, des recherches spéciales, pour avoir des renseignements qui nous

manquaient, sur les carrières et les poteries d'Apt, et sur quelques autres parties de l'industrie minérale du département. Parmi les pièces que nous avons consultées utilement, nous devons mentionner surtout plusieurs anciens rapports de M. l'ingénieur Diday; la plupart des analyses de substances minérales que nous citons ont été faites par lui.

Nous diviserons cette notice en deux parties, dont l'une comprendra les *mines*, et l'autre les *carrières*. Chacune d'elles sera subdivisée en autant d'articles qu'il y aura d'espèces de gîtes exploités.

I. MINES.

On ne connaît, dans le département de Vaucluse, que des mines de *lignite*, de *soufre* et de *fer*. Les mines de lignite et de soufre appartiennent aux terrains de la craie ou à ceux de la période tertiaire. Les mines de fer se trouvent dans ces derniers terrains et dans le néocomien supérieur. Nous distinguerons ces divers niveaux géologiques.

§ I. MINES DE LIGNITE ET DE SOUFRE.

Gîtes du terrain crétacé.

Le terrain crétacé renferme des mines de lignite à *Mondragon* et à *Piolenc*, arrondissement d'Orange.

Mines de lignite de Mondragon. — Ces mines sont situées sur le flanc d'une colline qui domine au nord-est le village de Mondragon. Elles consistent en couches d'un lignite impur, subordonnées à des grès quartzeux formant la base du

grès vert supérieur. Pendant longtemps, elles ont été exploitées faiblement et sans méthode par les habitants propriétaires de la surface du sol. Plus tard, les travaux se sont améliorés, mais sans avoir jamais acquis beaucoup d'importance, à cause de l'irrégularité et de la médiocre qualité des gîtes.

La concession de ces mines, demandée en 1823, a été accordée par ordonnance royale du 16 décembre 1834; elle est limitée de la manière suivante :

Au nord : à partir de l'angle nord-ouest de la fabrique de M. Reboul à Mondragon, par une ligne droite allant à l'angle sud-ouest de la Riparde, territoire de Bollène.

A l'est : à partir de l'angle sud-ouest de la Riparde, par une ligne dirigée sur l'angle sud-ouest du massif du château de Mornas, mais en s'arrêtant à un point situé à 300 mètres en deçà de ce château.

Au sud : à partir de ce dernier point, par une ligne droite menée à l'angle sud-ouest du principal bâtiment de la Madeleine.

A l'ouest : à partir de l'angle qui vient d'être indiqué, par une ligne droite allant à l'angle nord-ouest de la maison de madame veuve Perier, à Mondragon, et de là par une autre ligne joignant l'angle nord-ouest de la fabrique Reboul, point de départ.

Ces limites comprennent une étendue superficielle de 6 kilomètres carrés, 24 hectares.

Le combustible renfermé dans cette concession n'est, à proprement parler, qu'une marne très-charbonneuse, passant au lignite. La couche principale, a 4^m.40 de puissance, mais elle est subdivisée par des lits d'argile schisteuse qui réduisent à 0^m.75 l'épaisseur du charbon exploitable. Elle est dirigée de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., et plonge vers la région sud sous une inclinaison d'environ 40°. Les travaux d'exploita-

tion, qui sont aujourd'hui pour la plupart tombés en ruine, consistent en galeries inclinées et en puits verticaux, au fond desquels on a poussé des traverses à droite et à gauche. Le gîte se prolonge vers l'ouest-sud-ouest, jusque sous l'ancien château de Mondragon. De ce côté; il est encore intact, et l'on pourrait en tirer des produits encore pendant longtemps, si l'ouverture de nouvelles galeries n'avait été interdite par l'administration, à cause du voisinage des propriétés bâties de la commune. Du côté opposé, la couche est épuisée, ou ce qui reste est de trop mauvaise qualité pour être susceptible d'exploitation. La possibilité de continuer à extraire du combustible dans la concession est donc aujourd'hui problématique; elle dépendra du succès des travaux de recherches qui ont été entrepris sur divers points.

Le tableau suivant fait connaître les produits de l'exploitation pendant l'espace de dix ans.

ANNÉE.	NOMBRE des ouvriers.	PRODUIT BRUT en qx métriques.	PRIX du q ^l métrique. <i>fr.</i>	VALEUR du produit brut. <i>fr.</i>
1850	18	12,724	0.80	10,179
1851	16	11,827	0.80	9,461
1852	12	9,102	0.80	7,281
1853	16	14,708	0.82	12,060
1854	14	12,638	0.80	10,126
1855	10	11,083	0.83	9,200
1856	5	3,500	0.69	2,415
1857	5	8,845	0.71	6,280
1858	4	2,873	0.80	3,098
1859	2	500	1.00	500

On remarquera que depuis 1856 les produits ont éprouvé une notable diminution.

Le charbon extrait est en général terreux, friable, et s'al-

tère promptement à l'air ; il produit, en brûlant, une très-forte odeur de soufre. Calciné en vase clos, il se fendille et se réduit en petits fragments.

L'analyse d'un échantillon de bonne qualité a donné les résultats suivants :

Matières volatiles	0.482
Charbon.	0.368
Cendres	0.150
	<hr/>
	1.000

Les cendres sont d'un gris rougeâtre ; elles contiennent :

Carbonate de chaux.	0.187
Oxyde de fer	0.353
Sable et argile	0.460
	<hr/>
	1,000

On peut évaluer à 0.04 la proportion de soufre qui se trouve contenue dans ce combustible. Son pouvoir calorifique a été trouvé de 0.566 (1).

Le lignite de Mondragon est consommé aux environs, dans les magnaneries et pour le chauffage des habitants pendant l'hiver.

Mines de lignite de Piolenc. — De toutes les mines du département, celles-ci sont les plus anciennement connues. On fait remonter leur découverte au commencement du dix-septième siècle ; mais ce n'est que depuis une centaine d'années qu'on les exploite d'une manière suivie. Elles sont situées sur le territoire de Piolenc, à 2 kilomètres nord-

(1) On prend pour terme de comparaison la quantité de chaleur que le combustible produirait en brûlant, s'il était composé, à poids égal, de charbon pur.

est du village, sur les flancs d'une colline divisée en deux parties par un ravin large et profond qui court dans la direction du nord au sud. La partie orientale porte le nom de *Bouqueyran*, et l'autre celle de *Saint-Fons*. Les couches sont composées, comme celles de Mondragon, d'une marne charbonneuse dont la richesse en carbone pur est extrêmement variable ; elles sont intercalées dans un terrain de sables, de marnes argilo-sableuses, et de grès ferrugineux, appartenant à l'étage le plus élevé de la craie des Alpes. Son niveau géologique est par conséquent le même que celui des mines de lignite de la Cadière et du plan d'Aups, dans le Var.

Ces mines ont été accordées en concession par un décret du 1^{er} thermidor an XI (20 juillet 1803), qui leur a assigné le périmètre suivant : une suite de lignes droites dirigées du château de Mornas au château d'Uchaux, de ce château au pont d'Aigues, de ce pont au château de Crochant, et de ce lieu au château de Mornas, point de départ. Ces limites embrassent une superficie de 16 kilomètres carrés, 18 hectares, 23 ares. La concession, qui n'avait d'abord été accordée que pour trente ans, est devenue perpétuelle aux termes de la loi du 21 avril 1810.

Les couches exploitées sont au nombre de deux, appelées l'une *mine basse*, et l'autre *mine haute* ou *grande mine*. Le massif de sable et de grès qui les sépare a moyennement 5 à 6 mètres. La mine basse présente une épaisseur en combustible d'environ 0^m.90 ; elle est divisée, à Bouqueyran, en deux veines, dont la plus élevée, n'ayant que 0^m.30, donne un lignite de bonne qualité, nommé *charbon fin*. La veine inférieure ne produit qu'un combustible impur. La mine haute a au moins 1^m.20, déduction faite des lits argileux qui y sont intercalés ; elle est composée en grande par-

tie d'un charbon fin, plus estimé que celui de la mine inférieure. Ces deux couches éprouvent, d'un lieu à un autre, de notables variations sous le rapport de la puissance et de la qualité du combustible; elles sont coupées aussi par de nombreuses failles qui atteignent jusqu'à 5 ou 6 mètres de hauteur; on y observe quelquefois des plis où le charbon disparaît pour faire place à un grès plus ou moins dur. Leur direction générale, comme celle de l'ensemble du terrain, est du N.-N.-E. au S.-S.-O., avec une légère inclinaison vers la région est.

Les travaux consistent en galeries principales ou de roulage (1) menées, à partir des affleurements, dans le sein des couches, sur une largeur de 2^m.50 à 3 mètres; elles sont coupées de distance en distance par des traverses à angle droit, prolongées à droite et à gauche aussi loin que possible. Ces traverses ont de 3 à 4 mètres de largeur suivant la solidité plus ou moins grande du toit; on a soin de les remblayer en partie, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, en employant les fragments de rocher qui sont mêlés au charbon. Les piliers qui résultent de ce système de galeries ont en général 10 à 12 mètres de côté. Lorsqu'on abandonne un champ d'exploitation, soit à cause du manque d'air, soit parce que l'on a rencontré des failles multipliées, on recoupe les piliers par deux galeries ouvertes à angle droit sur le milieu de leurs faces; ce qui donne le moyen d'enlever à peu près le tiers du charbon mis en réserve. L'intérêt de la conservation des sources et des bâtiments qui sont au-dessus des

(1) Il existe un nombre prodigieux de ces galeries, aujourd'hui complètement ruinées. Leurs anciennes ouvertures sont indiquées par des amas de déblais noirs, que l'on voit de tous côtés sur les flancs des collines de Boucqueyran et de Saint-Fons. Rien ne prouve mieux la date reculée du commencement de l'exploitation.

mines ne permet pas en général un défilage complet, que la facilité des éboulements rendrait d'ailleurs très-dangereux. L'abatage se fait entièrement à pic. Les ouvriers qui en sont chargés trient aussi le charbon et reçoivent 2 fr. par jour. Le transport à l'intérieur a lieu au moyen de tombereaux attelés d'un cheval, que les grandes dimensions et le peu d'inclinaison des galeries permettent de conduire jusque sur les chantiers. Malgré le peu de solidité du terrain, on n'emploie pas de boisages dans les travaux; on se borne à tailler le toit en forme de voûte et à remblayer les vides du mieux qu'on le peut.

Le combustible extrait est, comme nous l'avons dit, de deux qualités, entre lesquelles il y a une grande différence sous le rapport de la pureté et du prix de vente. Le charbon fin vaut de 4 fr. à 4 fr. 10 c. les 100 kilogr.; celui qui est impur ne se vend quelquefois que de 10 à 15 cent. La couche supérieure de Boucqueyran, d'où l'on tire principalement le lignite de bonne qualité, est malheureusement épuisée presque sur tous les points, en sorte que la plus grande partie des produits de la concession consistent en charbon grossier.

Le tableau suivant présente la quantité et la valeur des produits extraits pendant dix ans, à partir de 1850.

ANNÉE.	NOMBRE des ouvriers.	PRODUIT BRUT en qx métriques.	PRIX MOYEN du q ^l métrique. <i>fr.</i>	VALEUR du produit brut. <i>fr.</i>
1850	14	57,463	0.27	15,520
1851	14	46,479	0.34	15,847
1852	14	53,763	0.28	15,194
1853	15	61,415	0.29	17,822
1854	16	73,225	0.30	22,420
1855	16	70,858	0.30	21,480
1856	16	41,425	0.39	16,015
1857	15	39,905	0.36	14,359
1858	10	32,915	0.39	12,632
1859	11	32,896	0.44	14,627

Les variations du prix moyen des produits dans ce tableau s'expliquent par celles des quantités relatives de charbon fin et de charbon grossier extraites chaque année.

Le charbon fin est en général d'un noir terne ; il brûle avec flamme en répandant une forte odeur de soufre ; exposé à l'air, il s'altère très-rapidement et se convertit en une terre noirâtre. Deux échantillons de lignite de cette espèce, pris dans la couche basse, l'un à Bouqueyran et l'autre à Saint-Fons, ont présenté la composition suivante :

	Bouqueyran.	Saint-Fons.
Matières volatiles.	0.511	0.523
Charbon.	0.266	0.415
Cendres.	0.223	0.062
	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000
Teneur en soufre	0.039	0.034

Composition des cendres :

Carbonate de chaux	0.041	0.193
Oxyde de fer.	0.385	0.278
Sable et argile	0.574	0.529
	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000

Le pouvoir calorifique a été trouvé égal à 0.546 pour le premier lignite et à 0.569 pour le second.

Le charbon fin a pour débouchés Piolenc et les communes voisines ; il sert au chauffage domestique, à celui des magnaneries et des ateliers de dévidage de la soie.

Le lignite impur n'est à proprement parler qu'un grès argileux, plus ou moins charbonneux, donnant par la combustion 50 à 60 pour 100 de résidu. On l'emploie exclusi-

vement à la cuisson de la chaux ; il en faut à peu près un volume égal à celui de la pierre calcaire.

Gîtes des terrains tertiaires.

Les mines de combustible des terrains tertiaires se trouvent dans les *sables argilo-siliceux* et dans les *calcaires sextiens*. Ces derniers renferment aussi un gîte de soufre natif aux *Tapets* près d'Apt.

Les *sables argilo-siliceux* offrent dans quelques lieux des argiles charbonneuses avec veines de lignite, qui ont souvent attiré l'attention des explorateurs, d'autant plus qu'on y rencontre parfois des fragments de combustible d'une grande pureté (1). Un gîte de cette nature a été découvert, en 1826, sur le territoire de *Bedoin*, au quartier de la *Bronte* ; il se compose de deux petites couches de lignite horizontales, ayant de 0^m.25 à 0^m.30 d'épaisseur ; entre deux il y a un banc d'argile d'environ 4^m.60. On a essayé d'exploiter ces couches au moyen d'un puits vertical de 12 mètres, au fond duquel on avait poussé des galeries dans diverses directions. Les travaux ont été en activité pendant plusieurs années, et ont produit environ 10,000 quintaux métriques de charbon. On les a ensuite abandonnés, principalement à cause de la mauvaise qualité du lignite, qui était terreux, friable et extrêmement pyriteux. Il existe dans la même localité d'autres

(1) Ces argiles charbonneuses s'observent dans plusieurs localités du Dauphiné, notamment à Saôu, à Dieu-le-Fit et à Nyons, dans la Drôme. Elles ont été l'objet de tentatives d'exploitation, continuées quelquefois pendant longtemps ; mais partout on a fini par les abandonner à cause de l'irrégularité des gîtes, de leur qualité moyennement mauvaise et du peu de solidité du terrain.

veines de charbon, mais on a reconnu qu'elles étaient encore plus terreuses et surtout plus irrégulières que les précédentes ; elles se perdent en se ramifiant dans le sein des argiles plastiques. La concession de ces gîtes avait été accordée par ordonnance royale du 9 juillet 1828 ; elle comprenait une superficie de 1,291 hectares. Après une longue suspension des travaux, le titulaire ayant fini par reconnaître que ces mines étaient inexploitable, et que leur propriété était onéreuse à cause de la redevance fixe qui frappe les sols concédés, a formé une demande en renonciation qui a été accueillie. L'annulation de la concession a été prononcée par un décret du 23 novembre 1857.

Des indices de combustible ont été aussi découverts dans les sables argilo-siliceux des environs d'Apt, près du hameau de *Jean-Jean*, sur la gauche de la route qui conduit à Rustrel. Ils consistent en une veine d'argile charbonneuse peu épaisse, qui ne présente aucune continuité.

Les gîtes de lignite que renferme le *terrain sextien* sont d'une meilleure qualité et d'une exploitation beaucoup plus avantageuse que les précédents. On en connaît trois, qui se trouvent au *Barroux*, à *Méthamis* et à *Saint-Martin-de-Castillon*.

Le gîte du *Barroux*, situé à 2 kilomètres du village, vers le nord-est, est composé d'une seule couche de 0^m.60 d'épaisseur, divisée en plusieurs veines par des lits de marne ; son inclinaison est d'environ 12 degrés vers le sud. Elle a été découverte vers l'année 1837 et explorée à cette époque par le moyen d'une galerie inclinée d'où l'on a retiré une certaine quantité de lignite. Les travaux furent ensuite suspendus à cause de l'allure irrégulière du combustible et de la difficulté d'épuiser les eaux. Ce gîte, qu'il conviendrait de soumettre à une nouvelle exploration, n'a pas été concédé.

Les mines de *Méthamis* et de *Saint-Martin-de-Castillon* sont concédées depuis longtemps et exploitées d'une manière suivie. Nous allons les décrire avec quelques détails; nous y ajouterons des renseignements sur la *mine de soufre* des environs d'Apt, qui offre aussi de l'intérêt.

Mines de lignite de Méthamis. Les mines de Méthamis sont situées sur le territoire de cette commune, à une petite distance du village, vers le sud. Leur exploitation remonte à une époque très-reculée; pendant longtemps elle est restée entre les mains des propriétaires de la surface du sol, qui ouvraient de petits puits irréguliers dans le voisinage des affleurements. Cependant l'extraction avait déjà une certaine importance vers la fin du siècle dernier, car il résulte de divers documents que le produit annuel était de 2,000 à 3,000 quintaux métriques de charbon, employés presque en totalité à la cuisson du plâtre dans les carrières de Mormoiron et de Malemort.

Ces mines, ayant attiré l'attention du gouvernement, furent concédées, par un arrêté du 1^{er} germinal an XII (22 mars 1804), à une société formée de quelques habitants du pays. La concession, accordée pour trente ans, est devenue perpétuelle depuis la loi du 21 avril 1810; elle est limitée par une suite de lignes droites menées :

Au nord-est, du château de Vignol à Mormoiron;

Au nord-ouest, de Mormoiron à Saint-Didier;

A l'ouest, de Saint-Didier à la Roque-sur-Pernes;

Au sud-est, de la Roque-sur-Pernes au château de Vignol; point de départ.

La surface de ce quadrilatère est de 4,225 hectares.

On connaît dans cette concession trois couches de puissance inégale, que séparent des massifs de marne argileuse et de calcaire ayant 4 à 5 mètres. La couche la plus basse,

appelée *Grande-Mine* ou mine de sept pans, a 1^m.75 de puissance totale; mais elle est divisée en trois veines par deux bancs de marne, l'un de 0^m.40, et l'autre de 0^m.40, qui réduisent l'épaisseur effective du charbon à 1^m.25. La couche moyenne, ou de cinq pans, a 1^m.25; elle est divisée, comme la précédente, en trois veines, par deux lits argileux ayant chacun environ 0^m.45. L'épaisseur en charbon n'est par conséquent que de 0^m.95. La couche supérieure, ou *Petite-Mine*, a 0^m.60; elle donne du charbon de moins bonne qualité que les couches inférieures. Ces gîtes ont une inclinaison régulière de 7 à 8 degrés vers le nord-nord-ouest; leur continuité est souvent interrompue par des failles occasionnant quelquefois des rejets de 5 à 6 mètres. Le terrain dans lequel ils sont renfermés est composé de calcaires feuilletés avec fossiles d'eau douce, de marnes calcaires et d'argiles, qui, à l'est et au nord, reposent immédiatement sur le terrain néocomien.

L'exploitation a lieu par le moyen de puits verticaux que l'on approfondit jusqu'à ce que l'on ait atteint la couche la plus basse. On en creuse ordinairement deux en même temps à une distance peu considérable, qui n'excède pas quelquefois 40 à 50 mètres. Ces puits sont mis en communication l'un avec l'autre par des galeries que l'on mène à partir du fond, et qui vont se rejoindre; on facilite ainsi l'aérage des travaux. Cela fait, on pousse dans tous les sens d'autres galeries ayant pour objet l'extraction du charbon. Elles ont de 4 à 5 mètres de largeur, et l'on a soin de les remblayer en partie au fur et à mesure de leur avancement, de manière à ne conserver que le passage nécessaire pour le transport à l'intérieur. Les piliers que l'on laisse ont des dimensions variables, et sont destinés à être repris plus tard. Ces travaux ne s'étendent guère au delà de 30 à 40 mètres autour de

chaque puits. On est obligé de s'arrêter à cette distance, soit à cause du manque d'air, soit par suite des éboulements résultant du peu de solidité du terrain. Quand on a atteint les limites du champ d'exploitation dans la couche la plus basse, on passe à celles qui sont au-dessus, et l'on y pratique le même système de galeries. Ce n'est qu'après leur entier achèvement dans les trois couches que l'on procède au défilage, c'est-à-dire à l'enlèvement des piliers laissés en réserve. On commence cette opération par les points les plus bas et les plus reculés, en s'y prenant de manière à enlever le plus de charbon qu'il est possible ; puis on laisse le tout s'ébouler. Il est rare que l'on soit gêné par les eaux pendant le cours des travaux, à cause de la grande perméabilité du terrain.

La profondeur des puits servant à l'aérage et à l'extraction est variable et d'autant plus grande que l'on s'est placé plus loin des affleurements ; elle peut aller jusqu'à 40 ou 50 mètres. On donne à ces puits une forme carrée et une section de 2 mètres de côté. Pour les boiser, on emploie des cadres formés de quatre pièces assemblées que l'on consolide dans les angles par d'autres pièces plus petites formant arcs-boutants ; ils sont soutenus les uns au-dessus des autres, à une distance de 0^m.70, par des poteaux, et garnis de planches par derrière. Le bois qui sert à la confection de ces cadres est du sapin n'ayant pas toujours des dimensions suffisantes pour résister longtemps à la poussée du sol. Chaque puits est muni à son orifice d'un treuil sans engrenage, servant à la sortie des matières. Le charbon est transporté à l'intérieur, à dos d'hommes, dans des paniers dont le poids est de 40 à 50 kilogrammes au plus. Ces mêmes paniers sont ensuite attachés à la corde du treuil.

Le système d'exploitation dont nous venons de donner une idée sommaire pourrait être amélioré sous beaucoup de rap-

ports. Il faudrait donner des dimensions moindres aux puits, ce qui permettrait de les rendre plus solides sans surcroît de dépenses ; remplacer les treuils à bras par des machines à molettes ; adopter à l'intérieur un mode de transport plus économique ; assurer l'aérage pour une grande étendue de travaux, et boiser plus solidement les galeries. On parviendrait ainsi, avec les mêmes travaux préparatoires, à étendre beaucoup le champ des exploitations, et par conséquent à augmenter les produits et à diminuer les frais.

Les résultats de l'exploitation de 1850 à 1859 sont résumés dans le tableau suivant :

ANNÉE.	NOMBRE des ouvriers.	PRODUIT BRUT en qx métriques.	PRIX MOYEN du métrique. <i>fr.</i>	VALEUR du produit brut. <i>fr.</i>
1850	20	23,840	1.00	23,840
1851	21	20,511	1.00	20,511
1852	18	8,295	1.00	8,295
1853	17	11,767	1.00	11,767
1854	15	20,073	1.23	24,886
1855	14	15,082	1.25	18,853
1856	16	11,610	1.25	14,513
1857	16	13,619	1.25	17,024
1858	16	13,256	1.25	16,570
1859	14	11,365	1.25	14,206

Le charbon de Méthamis, surtout celui des couches inférieures, est le plus bitumeux qui soit exploité dans le département de Vaucluse ; il est léger et se brise facilement, même dans l'intérieur de la mine ; on ne l'extrait qu'en fragments d'un petit volume. Sa couleur est le noir terne. Exposé à l'air pendant quelques jours, il prend un aspect terreux, se fendille et tombe en poussière. Si on le brûle avant qu'il ait

éprouvé cette altération, il donne une belle flamme blanche, très-longue, et répand une forte odeur de soufre.

L'analyse d'un échantillon de la *Grande-Mine* a donné les résultats suivants :

Matières volatiles	0.500
Charbon	0.409
Cendres	0.091
	<hr/>
	1.000

Les cendres renfermaient :

Carbonate de chaux	0.516
Oxyde de fer	0.362
Argile	0.122
	<hr/>
	1.000

La teneur en soufre a été trouvée de 0.0286, et le pouvoir calorifique égal à 0.560.

Les produits de l'exploitation sont consommés presque entièrement dans un rayon de 10 à 12 kilomètres; ils ont pour principaux débouchés les fours à cuire le plâtre de Mormoiron et de Malemort, les ateliers pour le dévidage de la soie, les magnaneries, enfin le chauffage domestique.

Mines de lignite de Saint-Martin-de-Castillon. Ces mines sont situées au nord-nord-est du village de Saint-Martin, sur le bord du ravin de la Buègne. Leur découverte ne remonte qu'à une trentaine d'années. Elles ont été l'objet d'une concession accordée le 20 décembre 1833, et limitée de la manière suivante :

1° Par une droite partant du hameau d'Alezin, passant par le sommet du coteau à l'ouest du ravin de Cagnard, sur la

limite de Saint-Martin et de Caseneuve, et allant joindre le hameau des Marteaux, situé sur le coteau entre les ravins du Grand-Vallon ;

2° Du hameau des Marteaux, par une droite aboutissant à l'angle sud-ouest du hameau de Font-de-Buègne ;

3° Du hameau de Font-de-Buègne, par une droite allant joindre l'intersection des chemins de Fourneau, limite de Saint-Martin et de Viens ;

4° Dudit point d'intersection, par une droite menée au point culminant de la chapelle de Courenne ;

5° De la chapelle de Courenne, par une droite se dirigeant vers l'angle sud-est de l'aire de Saint-Raphaël ;

6° De l'aire de Saint-Raphaël, par une droite se terminant au hameau d'Alezin, point de départ.

L'étendue de cette concession est de 933 hectares. On y connaît au moins deux couches de lignite intercalées dans la partie la plus élevée des calcaires sextiens. Leur inclinaison n'est que de quelques degrés vers le sud. La couche supérieure, dont la puissance est de 0^m.60 à 0^m.70, est la seule qui jusqu'à présent ait été exploitée ; elle se compose de plusieurs veines de lignite pur, séparées par des bancs d'argile et de calcaire marneux. Le nombre et l'épaisseur de ces veines varient irrégulièrement d'un point à un autre. Les travaux d'exploitation consistent en puits et en galeries au fond desquels on a mené des traverses à droite et à gauche. Les massifs sont ensuite recoupés et enlevés presque en totalité ; on a soin de remblayer les vides au fur et à mesure de l'avancement.

Les couches non exploitées sont de simples indices qui mériteraient cependant d'être l'objet de quelques travaux de recherches.

Les produits annuels de cette concession sont peu importants, ainsi que le montre le tableau suivant :

ANNÉE.	NOMBRE des ouvriers.	PRODUIT BRUT en qx métriques.	PRIX MOYEN du q ^l métrique. <i>fr.</i>	VALEUR du produit brut. <i>fr.</i>
1850	2	352	0.69	243
1851	2	222	0.77	171
1852	2	323	0.65	210
1853	2	406	0.44	178
1854	1	407	0.52	211
1855	2	528	0.83	437
1856	2	802	0.91	730
1857	7	830	0.82	680
1858	6	1,357	0.83	1,126
1859	3	1,827	0.66	1,206

Le charbon extrait est en général peu compacte, quelquefois même terreux et friable. On l'emploie presque exclusivement à la cuisson de la chaux. L'analyse d'un échantillon de bonne qualité a donné les résultats suivants :

Matières volatiles	0.593
Charbon.	0.358
Cendres	0.049
	<hr/>
	1.000
Pouvoir calorifique.	0.601

Quoique les produits soient en progression croissante depuis quelques années, il est peu vraisemblable qu'ils atteignent jamais un chiffre élevé, à cause de la faible puissance du gîte, de sa qualité médiocre et du manque des débouchés. La con-

cession est en effet dans une position désavantageuse pour les transports; elle soutient difficilement la concurrence que lui font la houille de la Loire et le lignite du bassin de Forcalquier.

Mine de soufre des Tapets et usine. La mine de soufre des Tapets n'est distante que de 50 à 60 mètres d'un hameau qui porte ce nom, à 5 kilomètres nord-est d'Apt. Elle consiste en une couche de calcaire d'eau douce de 0^m.50 à 0^m.55 de puissance, renfermant un grand nombre de veinules et de petits amas de soufre natif, jaune citrin. Cette couche présente une légère inclinaison vers le S.-S.-E. et se trouve en général à une profondeur de 15 à 16 mètres au-dessous de la surface du sol. Sa découverte est due au hasard; on l'a rencontrée en creusant un puits pour avoir de l'eau. Sa richesse moyenne, d'après de nombreux essais, est de 20 à 25 pour 100.

La concession de ce gîte, accordée le 12 août 1857, embrasse une superficie de 78 hectares; elle s'étend sur les communes d'Apt et de Saignon et a pour limites :

Au nord, une ligne droite tirée de l'angle est du hameau des Tapets à l'angle sud-ouest de la ferme dite Pied-de-Maré;

A l'est, une ligne droite menée du dernier point à l'angle nord-ouest de la ferme des Auberts;

Au sud et au sud-ouest, une droite partant de la ferme des Auberts et allant joindre l'angle nord-est de la maison de ferme du sieur Elzéar Jean;

Enfin, au nord-est, une dernière ligne joignant la ferme du sieur Elzéar Jean à l'angle est du hameau des Tapets, point de départ.

Les travaux déjà entrepris consistent principalement en puits et en galeries préparatoires. Une grande galerie pour

la sortie des matières et l'écoulement de l'eau a été achevée en 1861 ; elle a 230 mètres environ de longueur. La quantité des produits exploités a été de 600 quintaux métriques en 1858 et de 3,500 quintaux métriques en 1859.

Pour extraire le soufre du minerai, on a construit une usine au lieu dit le Sablonnet, à 2 kilomètres environ d'Apt, sur la route de Rustrel. Elle se compose d'un bâtiment disposé pour contenir deux fours de sublimation, dont un seul était achevé en 1861. Ce four est quadrangulaire et renferme 8 cornues en terre de forme demi-cylindrique, rangées parallèlement ; elles sont fermées en avant par une plaque en fonte et percées à l'arrière d'un trou pour la sortie du soufre en vapeur. A la suite de chaque cornue, il y a une chambre de condensation qui a 5 mètres de longueur, 0^m.76 de largeur et 2^m.80 de haut. Le fourneau est muni de deux chauffes placées latéralement. La flamme, après avoir enveloppé la partie supérieure des cornues, se rend dans un conduit unique, souterrain, se terminant par une cheminée. On charge 250 kilog. de minerai par cornue, pour une opération qui dure au moins huit heures.

Le rendement étant moyennement de 20 pour 100, on obtient à peu près 1,200 kilogrammes de soufre par vingt-quatre heures. On brûle dans le même espace de temps 800 kilog. de houille de la Loire et 1,200 kilog. de lignite des Basses-Alpes.

L'avenir de cette usine dépend entièrement des ressources qu'offrira le gîte des Tapets, dont l'exploration est encore incomplète. La séparation du soufre de son minerai se fait économiquement et les débouchés sont assurés.

§ II. MINES DE FER.

Les mines de fer du département se trouvent dans des cavités du terrain néocomien et à la partie supérieure des sables argilo-siliceux tertiaires. Quoique dans notre opinion ces deux espèces de gîtes soient du même âge et doivent être rapportés au terrain nommé *sidérolithique*, cependant nous les distinguerons dans notre description ; ils présentent en effet des différences importantes au point de vue industriel. Les uns exigent des travaux souterrains, les autres ne sont exploitables qu'à ciel ouvert et appartiennent à la classe des gisements ferrifères nommés *minières* par la loi du 21 avril 1810.

Gîtes des cavités néocomiennes.

Le minerai de fer que l'on observe dans les cavités ou cavernes du terrain néocomien est un hydrate mêlé d'argile, de quartz et de carbonate de chaux. Il est le plus souvent compacte, très-dur, et présente quelquefois les caractères d'une hématite brune d'une couleur ocracée un peu terne ; sa cassure est alors légèrement fibreuse et sa surface paraît mamelonnée. On y trouve accidentellement des pyrites, non pas disséminées, mais en masses botryoïdes que l'on peut séparer par le triage. Les circonstances de son gisement ne sont pas toujours les mêmes. Lorsque les cavités sont larges, le minerai se présente sous la forme de veines de quelques décimètres d'épaisseur adhérentes aux parois calcaires, ou bien il est encaissé dans des sables quartzeux, rougeâtres,

incohérents, qui s'étendent d'une paroi à l'autre ; son exploitation est alors très facile. Lorsque le terrain n'offre que des fentes étroites, le minerai les remplit entièrement et on ne peut l'extraire qu'avec difficulté ; on est obligé d'employer la poudre. Dans ce cas il est mêlé d'une proportion considérable de carbonate de chaux. Ces gîtes ferrifères sont d'ailleurs très-irréguliers. Ordinairement ils ne communiquent au jour que par une fente où l'on trouve un hydrate très-argileux, mais ce minerai augmente ensuite en richesse et en puissance à mesure que l'on s'enfonce ; il se ramifie de diverses manières en offrant de distance en distance des poches plus ou moins étendues et quelquefois de véritables amas d'un volume considérable.

L'analyse suivante de deux échantillons pris l'un dans le gîte de Gordes, l'autre sur la commune de Saumanes, donnera une idée de la composition des minerais de cette espèce.

	Gordes.	Saumanes.
Eau.	0.044	0.088
Carbonate de chaux . . .	0.156	0.400
Peroxyde de fer.	0.645	0.486
Sable et argile	0.155	0.026
	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000

Le premier renferme 0.445 et le second 0.335 de fer métallique.

Les mines de fer des cavités néocomiennes ne sont pas rares dans la partie montagneuse du département de Vaucluse. Le gîte le plus connu, parce qu'il a été exploité pendant plusieurs années, est celui de *Lagnes*, situé en partie sous le village qui porte ce nom. Sa concession a été accordée, le 9 août 1833, aux propriétaires d'un haut-fourneau

alors en activité sur la commune de Velleron ; elle comprend une superficie de 382 hectares et a été limitée de la manière suivante :

1° Par la ligne frontière des territoires de Lagnes et de Cabrières, en partant de la borne de Jasneuf et allant jusqu'à la borne plantée dans le mur dit la Ligne, entre le quartier du Chat et celui de la Peythe ;

2° Par une droite tirée de cette dernière borne et aboutissant à l'angle sud-est de la maison de campagne dite les Beaumes ;

3° Par une droite menée des Beaumes, à l'origine du chemin de Lagnes à l'Isle, et prolongée de 700 mètres au delà de ladite origine jusqu'au point A, où il a été planté une borne ;

4° Enfin, par une droite joignant le point A à la borne du Jasneuf, point de départ.

L'exploitation de cette mine a été commencée en 1832, au moyen d'une galerie et d'un puits incliné, ouverts dans la partie orientale du village de Lagnes. On avait profité pour leur percement d'excavations naturelles déjà existantes que l'on a eu seulement à élargir et à régulariser. Les travaux poussés principalement vers l'est, en suivant les cavités, firent découvrir, à une distance d'environ 150 mètres, un amas considérable de fer hydraté, pour l'exploitation duquel on ouvrit un puits vertical immédiatement au-dessus. On a retiré de ce massif la plus grande partie du minerai que la concession a fourni au haut-fourneau de Velleron de 1833 à 1835. Pendant ces trois années, les produits se sont élevés à 3,000 quintaux métriques environ, dont le prix de revient a été de 1 franc à 2.40 francs par quintal, non compris les frais de travaux préparatoires et de recherches qui se sont élevés à des sommes considérables. En 1835, après avoir épuisé le massif dont nous venons de parler, on continua à

poursuivre le minerai dans les ramifications de la cavité, et l'on entreprit aussi des fouilles dans un lieu voisin nommé le Trou-du-Chat, où il y avait un gîte qui donnait des espérances. Ces divers travaux, qui occupaient cinq à six ouvriers, furent suspendus l'année suivante par suite de la découverte de mines de fer beaucoup plus abondantes à Rustrel, et depuis on ne les a pas repris.

Le minerai de Lagnes présentait les caractères généraux décrits plus haut. Sa gangue était très-siliceuse, rarement calcaire ; on y trouvait fréquemment des rognons de pyrite. Sa richesse en fer métallique était moyennement de 0.35, et s'est élevée quelquefois jusqu'à 0.50 lorsqu'on exploitait dans des fentes étroites ; il perdait par le grillage environ 10 pour 100 de son poids.

Une cavité ferrifère analogue à celle de Lagnes a été découverte, à peu près à la même époque, près du village de *Bedoin*, au pied du versant sud-ouest du mont Ventoux. Les premières fouilles avaient fait croire à un gîte important, mais le minerai s'est trouvé malheureusement très-pauvre ; sa richesse moyenne ne dépassait pas 10 à 12 pour 100. D'un autre côté, son transport était coûteux. Les travaux, après avoir duré près d'une année, ont été définitivement abandonnés en 1835.

On a exploité sur la commune de *Gordes*, tout près de l'ancienne abbaye de Sénanques, un autre gisement de même nature, dont l'ouverture est située au pied d'un rocher presque à pic. Il présente une première cavité qui diminue rapidement de largeur en se prolongeant dans le sein de la montagne, et se réduit à une fente très-étroite à 4 mètres du jour ; mais au delà on entre dans une grotte assez spacieuse dont les parois et le sol sont tapissés de minerai. Ce gîte, fort anciennement connu, a été l'objet de quelques tra-

vaux en 1836, puis abandonné comme les précédents à cause de la découverte des mines de Rustrel. Le minerai de Gordes est à peu près semblable à celui de Lagnes, sauf qu'en général il est plus compacte et qu'il ne renferme pas de pyrites.

Indépendamment des gîtes que nous venons de citer, il en existe beaucoup d'autres moins considérables situés sur les communes de Lagnes, de Vaucluse, de Saumanes, de Gordes, de Saint-Saturnin, et en général sur tout le contour du massif que constitue le néocomien supérieur, depuis la fontaine de Vaucluse jusqu'au delà de Simiane (Basses-Alpes). Ce sont des fentes en général peu larges, tapissées de chaux carbonatée et accidentellement de fer hydraté. La colline de Saint-Jacques à Cavaillon en offre quelques indices; ils se montrent aussi à diverses hauteurs sur le revers nord de la chaîne du Léberon. On a exploité la plupart de ces cavités ferrifères à une époque très-reculée. Les produits étaient alors traités sur place dans de petites forges à soufflet portatif. On ne peut en douter à la vue des amas de scories qui couvrent le sol sur un grand nombre de points. Ces scories ordinairement très-riches en fer et remplies de boursoulfures à leur surface se trouvent dans des lieux aujourd'hui complètement déboisés et où il n'existe quelquefois que des vestiges de minerai difficiles à découvrir. La date de ces anciennes exploitations se perd dans la nuit des temps.

Gîtes des sables argilo-siliceux.

La partie supérieure de la formation des sables argilo-siliceux renferme très-fréquemment du véritable minerai de fer, qui est surtout abondant aux environs de Rustrel. On en trouve

également sur les communes de Gargas et de Roussillon ; à Mormoiron, où l'on a essayé de l'utiliser pour le haut-fourneau de Velleron ; à Malaucène, non loin de la source du Grozeau ; à Bollène, à la surface des carrières d'argile. Dans ces diverses localités, les matières ferrugineuses, quoique très-riches puisqu'elles contiennent de 40 à 50 pour 100 de fer métallique, ne sont pas exploitables à cause de la faible puissance des couches. Il n'en est pas de même à Rustrel, où le minerai constitue des amas très-considérables. Nous allons les décrire en y ajoutant quelques renseignements sur les usines à fer établies sur les lieux.

Mines de fer de Rustrel et usines. — Nous avons fait connaître précédemment la position géologique du minerai de Rustrel (1) ; il nous reste à le considérer à un point de vue purement industriel.

Les amas ferrifères sont au nombre de trois, situés aux quartiers de N.-D.-des-Anges, de Collobrières et de Bariès. Ce dernier s'étend en partie sur la commune de Gignac. Le gîte de N.-D.-des-Anges, le plus important de tous, est situé à 3 kilomètres sud-ouest de Rustrel ; il occupe presque tout le versant méridional d'une colline qui est limitée au nord par le torrent de la Doua et à l'est par un ravin profond. Au sommet de la colline, le minerai est peu épais ; mais il augmente en puissance à mesure que l'on descend, et, sur les bords du ravin, il se montre à découvert sur une hauteur de plus de 6 mètres. Son prolongement au delà de ce ravin sous des couches plus récentes n'est pas douteux ; il serait intéressant de l'explorer de ce côté par des travaux de recherches. A Collobrières, le gîte est divisé par des sables quartzeux en trois et quelquefois quatre bancs distincts, de 1 mètre à 1^m.50

(1) Voyez plus haut, page 169.

de puissance ; on aperçoit leurs tranches coupées à pic sur plusieurs points, le long des escarpements que forment les sables. A Bariès il n'existe qu'une seule couche, qui paraît ne pas dépasser 1 mètre. Les trois gîtes dont nous venons de parler occupent en tout une étendue superficielle de plus de 20 hectares ; leur épaisseur moyenne peut être évaluée à 2 mètres ; c'est donc environ 400,000 mètres cubes de matière à exploiter.

Partout le minerai présente les mêmes caractères, qui sont ceux d'un grès quartzeux excessivement ferrugineux. En devenant très-riche, il acquiert une grande compacité et offre l'aspect d'un hématite à cassure d'un éclat résineux. Trois échantillons de bonne qualité, dont deux avaient été pris à N.-D.-des-Anges et le troisième à Collobrières, ont offert la composition suivante :

	N.-D.- des-Anges. n ^o 1	N.-D.- des-Anges. n ^o 2	Collobrières.
Eau	0.128	0.134	0.032
Quartz.	0.180	0.184	0.276
Peroxyde de fer	0.692	0.682	0.672
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000	1.000
Richesse en fer métallique.	0.477	0.470	0.462

Ces analyses et d'autres n'ont fait découvrir ni soufre, ni phosphore, ni manganèse. Ces substances sont donc au moins rares dans le minerai de Rustrel. Sa teneur en matière métallique avant le triage est très-variable ; souvent, il passe à une roche simplement ferrugineuse. On a remarqué qu'en général les veines les plus riches alternaient avec des bandes sableuses blanches ou à peine colorées en rouge. Cela semble indiquer que primitivement l'oxyde de fer était répandu à

peu près uniformément dans la masse des grès, et que plus tard des actions électro-chimiques ont opéré sa concentration sur certains points aux dépens des parties voisines.

Le minerai est extrêmement fusible ; il se scorifie facilement dans les fours, et même en tas, lorsqu'on veut le griller. Pour cette raison, on a renoncé à cette opération, qui offrait plus de difficultés que d'avantages.

Les travaux d'exploitation sont partout à ciel ouvert. L'abattage se fait en partie au pic, en partie à la poudre ; on parvient ainsi à détacher de gros blocs de matière. L'extraction est tellement facile, qu'en général les frais ne s'élèvent guère au-dessus de 0 fr. 20 c. par quintal métrique. Jusqu'à présent les travaux ont eu lieu presque exclusivement sur la colline de Notre-Dame-des-Anges.

On connaît quelques autres gîtes aux environs, notamment sur la commune de Villars. En allant de Rustrel à ce dernier village, on voit à la surface du sol une couche ferrifère d'environ un mètre d'épaisseur, qui, par sa position géologique et sa nature, ne diffère pas des précédentes ; seulement elle est un peu moins riche. Sur la même commune, on a découvert une autre couche également ferrugineuse, qui paraît inférieure sous le rapport géologique à celle de Notre-Dame-des-Anges. Son minerai a pour gangue du sable en partie alumineux. Pour cette raison, on le mêle à celui qui est purement siliceux ; on obtient de cette manière un bon lit de fusion pour les hauts-fourneaux.

Les mines de Rustrel, que l'on a commencé à exploiter il y a environ vingt-cinq ans, ont d'abord servi à l'alimentation de l'usine de Velleron. Bientôt après, en 1840, M. Gaufridy fut autorisé à construire deux hauts-fourneaux sur les lieux. Plus tard, par ordonnance royale du 22 juillet 1846, M. Duplantier obtint une autorisation semblable pour quatre

hauts-fourneaux distincts des précédents. Après de nombreuses vicissitudes et de longs chômages, ces deux établissements ont fini par triompher des difficultés qui entravaient leur marche ; aujourd'hui ils sont en pleine activité. On les connaît dans le pays sous les noms d'usine *d'en bas* et d'usine *d'en haut*. La première, consistant en deux hauts-fourneaux, est celle qui avait appartenu à M. Gaufridy ; la seconde, située un peu plus haut dans la vallée, au lieu dit Bouvenne, ne renferme également que deux hauts-fourneaux, quoique d'après l'ordonnance d'autorisation il puisse y en avoir quatre. Elle a été augmentée récemment d'une forge complète, composée de fours à puddler et à corroyer, de martinets et de cylindres pour l'étirage, etc. On y fabrique du fer ou de l'acier naturel, suivant les besoins du commerce. Le fer a été trouvé d'excellente qualité.

Pour donner une idée des consommations et du produit des hauts-fourneaux, nous citerons les résultats suivants de la marche de l'un d'eux pendant le mois de janvier 1861. *Consommations* : charbon de bois, 206,400 kilog. ; minerai, 357,580 ; castine, 51,028 ; argile, 20,995 ; scories de forge, 6,870. Le *produit* en fonte a été de 176,740 kilog., c'est-à-dire de 50 pour 100 du minerai employé, sans y comprendre les scories de forge. On consomme de 115 à 116 de combustible pour 100 de fonte obtenue. Le charbon, composé moitié de chêne et moitié de hêtre, provient des forêts de la Garde, de Saint-Christol, de Simiane et d'autres lieux environnants. Son prix moyen est de 5 francs les 100 kilog. à Rustrel.

Nous avons dit que le minerai de Rustrel n'avait commencé à fixer l'attention des maîtres de forge qu'en 1835, mais il a été connu bien avant. Il est même certain qu'il a été exploité et converti en fer sur les lieux très-anciennement,

à l'époque où l'on traitait également le minerai des cavités néocomiennes. Cela est prouvé par les nombreuses scories qui sont entassées à la surface du sol sur beaucoup de points, notamment dans la localité qui porte encore le nom de *la Ferrière*, commune de Gignac. Un échantillon recueilli près de Rustrel a donné à l'analyse les résultats suivants :

Silice.	0.368	
Protoxyde de fer . .	0.504	ou fer. . 0.388
Alumine.	0.020	
Chaux	0.079	
Magnésie	0.023	
	<hr/>	
	0.994	

On voit que les scories renferment une proportion considérable de fer. Elles sont assez riches pour être traitées au haut-fourneau, et on les utilise de cette manière dans le pays.

II. CARRIÈRES.

Le département de Vaucluse renferme de nombreuses carrières où l'on exploite le *gypse* ou pierre à plâtre, la *mollasse* employée dans presque tout le Midi comme pierre à bâtir, la *Pierre calcaire*, la *marne argileuse*, l'*argile plastique*, le *sable réfractaire*, enfin des *ocres* jaunes et rouges. Plusieurs d'entre elles sont importantes.

Nous présenterons d'abord le tableau général de ces carrières, en les groupant d'après la nature de leurs produits. Nous y ajouterons ensuite tous les renseignements statistiques qu'il nous a été possible de nous procurer.

TABLEAU GÉNÉRAL DES CARRIÈRES.

MATIÈRE exploitée	SITUATION			NOMBRE des carrières distinctes	NOMBRE moyen des ouvriers (1)
	ARRONDISSEMENT	CANTON	COMMUNE		
Gypse ou pierre à plâtre.	Avignon	L'Isle	L'Isle	5	40
			Le Barroux	1	2
	Orange	Malaucène	Malaucène	2	20
			Suzette	1	1
			Beaumes	1	3
	Carpentras	Pernes	Gigondas	4	3
			Velleron	1	15
			Roque-sur-Pernes	1	1
			Malemort	1	6
	Apt	Mormoiron	Mormoiron	3	6
			Cargas	4	8
Saint-Saturnin			7	13	
Gignac			1	»	
Viens			1	»	
<i>Total . . .</i>			51	120	
Pierre nommée mollasses.	Avignon	Cavaillon	Taillades	10	14
			Cheval-Blanc	1	2
			Caumont	2	»
			Saint-Saturnin	1	»
		L'Isle	L'Isle	1	»
			Lagnes	1	»
			Saumanes	2	»
		Bédarrides	Courthéson	8	16
			Saint-Roman	1	»
			Buisson	1	»
	Orange	Vaison	Villedieu	1	»
			Roaix	1	»
			Puyméras	1	»
		Malaucène	Faucon	1	»
			Crestet	1	»
			Beaumont	1	4
			Entrechaux	1	3
	Beaumes	Beaumes	1	»	
		Vacqueyras	1	»	
	Orange	Sérignan	4	15	
Bollène	Lagarde-Paréol	1	»		
Valréas	Valréas	1	»		
<i>A reporter . . .</i>			45	54	

(1) Le nombre des ouvriers variant beaucoup, dans le courant de la même année et d'une année à l'autre, les chiffres de cette colonne présentent de l'incertitude. Les carrières pour lesquelles on n'a pas indiqué d'ouvriers sont habituellement inexploitées.

MATIÈRE exploitée	SITUATION			NOMBRE des carrières distinctes	NOMBRE moyen des ouvriers		
	ARRONDISSEMENT	CANTON	COMMUNE				
Pierre nommée molasse.	Carpentras		<i>Report. . .</i>	45	54		
			Carpentras	Caromb	Aubignan	2	14
					Mazan	2	2
			Mormoiron	Crillon	Beaucet	4	4
					Venasque	6	6
			Pernes	Buoux	Bonnieux	2	2
					Lacoste	1	»
			Bonnieux	Oppède	Ménerbes	4	6
					Apt	3	6
					Viens	4	3
					Gordes	2	3
			Apt	Gordes	Saint-Pantaléon	1	»
					Beaumettes	4	20
					Vaugines	2	4
	Cucuron	1			2		
	Cadenet	3			2		
	Cadenet	4			16		
	Pertuis	Grambois	Cabrières-d'Aigues	2	2		
			La Motte-d'Aigues	1	1		
			La Motte-d'Aigues	1	1		
<i>Total. . .</i>				94	150		
Pierre calcaire.	Avignon		Avignon	2	2		
			L'Isle	Thor (le)	Vaucluse	8	12
					Cabrières	1	»
			Cavaillon	Caumont	Robion	2	2
					Maubec	5	9
					Cavaillon	1	1
			Bédarrides	Vedènes	Sorgues	2	1
					Vaison	4	12
					Séguret	5	7
			Orange	Sablès	Sablès	8	24
	Bollène	7			15		
	Mondragon	1			»		
	Orange	1			2		
	Piolenc	1			1		
	Saint-Didier	2			2		
	Carpentras	Pernes	Pernes	10	15		
			Velleron	1	2		
			Carpentras	2	»		
			Saint-Hippolyte	7	6		
	Sault	Sault	Sault	1	»		
Aurel			2	2			
<i>A reporter. . .</i>				75	118		

MATIÈRE exploitée	SITUATION			NOMBRE des carrières distinctes	NOMBRE moyen des ouvriers		
	ARRONDISSEMENT	CANTON	COMMUNE				
Pierre calcaire.	Apt	Gordes	Joucas	Report. . .	75	118	
			Apt	Joucas		1	»
		Cadenet	Apt	Vaugines		1	2
				Puivert		4	2
				Lauris		4	2
				Puget		3	1
				Mérindol		1	»
	<i>Total. . .</i>			90	125		
Marne argileuse (1).	Avignon	Avignon	Avignon		2	2	
			Vedènes		5	5	
		Bédarrides	Bédarrides		1	1	
			Vaucluse		1	»	
		L'Isle	Saint-Saturnin		1	1	
	Orange	Cavaillon	Caumont		5	6	
		Valréas	Valréas		2	1	
		Vaison	Saint-Romain		1	1	
		Vaison	Vaison		1	2	
	Carpentras	Beaumes	Gigondas		2	5	
			Vacqueyras		1	2	
		Bollène	Mondragon		1	5	
			Bollène		2	5	
			Mazan		1	2	
	Apt	Carpentras	Entraigues		1	1	
			Mormoiron		1	1	
		Apt	Apt		4	4	
Saint-Saturnin				1	»		
Pertuis	Pertuis		2	4			
	Peypin-d'Aigues		4	4			
	<i>Total. . .</i>			50	55		
Argile réfractaire.	Orange	Bollène	Bollène		14	80	
			Orange		2	5	
	Carpentras	Mormoiron	Bedoin		2	1	
			Crillon		1	»	
			Mormoiron		1	»	
	Apt	Apt	Apt		10	15	
	<i>Total. . .</i>			30	101		

(1) Les carrières de marne argileuse étant très-multipliées dans le département de Vaucluse, et ayant en général peu d'importance, on n'a indiqué que les principales.

MATIÈRE exploitée	SITUATION			NOMBRE des carrières distinctes	NOMBRE moyen des ouvriers
	ARRONDISSEMENT	CANTON	COMMUNE		
Sable réfractaire.	Orange	Bollène	Bollène	1	2
	Carpentras	Mormoiron	Bedoin	1	1
		Sault	Sault	2	»
	Apt	Apt	Apt	1	»
			<i>Total. . .</i>	5	5
Ogres.	Apt	Gordes	Roussillon	2	8
		Apt	Gargas	2	6
			<i>Total. . .</i>	4	14

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES.

Carrières de gypse.

Toutes les carrières de gypse du département, sauf celles de Gigondas, appartiennent au terrain sextien. Les plus productives, au nombre de trois à quatre, sont situées à peu près sur les limites des communes de l'Isle, de Velleron et de la Roque-sur-Pernes. L'une d'elles nommée la *Calotte*, commune de l'Isle, renferme plusieurs ateliers d'exploitation et présente un front de 17 à 20 mètres de hauteur. Une quarantaine d'ouvriers au moins y sont employés à l'abattage, au transport et à la cuisson du gypse. Cinq fours chauffés à la houille sont destinés à cette dernière opération. Une autre carrière dite la *Parisienne*, commune de Velleron, occupe

habituellement quinze ouvriers. L'épaisseur du gypse n'est ici que de 8 à 10 mètres, et deux fours suffisent pour la calcination. Tous les produits sont transportés à l'Isle, où sont les moulins à broyer. On consomme 5 parties en poids de combustible pour 100 de plâtre obtenu. Le broyage revient à 0 fr. 75 c. la tonne. Le prix de l'hectolitre de plâtre pesant un peu plus de 100 kilog., est de 0 fr. 75 c. sur les lieux. La production totale annuelle peut être évaluée à 150,000 hectolitres, ayant pour débouchés Avignon, Nîmes, Arles et d'autres villes du Midi.

Depuis quelque temps les carrières de gypse de Malauène ont pris un grand développement; des travaux de recherches y sont poursuivis avec activité. Outre le plâtre, elles fournissent de l'*albâtre* ou gypse anhydre, remarquable par sa pureté et sa blancheur; il est vendu à raison de 7 francs les 100 kilog. aux fabricants de papier.

Les autres carrières du département ne sont pas exploitées d'une manière aussi suivie que les précédentes, et leurs débouchés sont peu étendus. Celles de Gigondas se trouvent dans le terrain jurassique, et produisent en partie du gypse rouge qui a un emploi tout particulier : on l'expédie à Sainte-Cécile et dans d'autres pays à vignobles, où il est mêlé au vin dans le but de donner à celui-ci de la couleur et de faciliter son dépouillement. Cet usage est assez répandu dans une partie du Midi et remonte à une époque très-ancienne.

Carrières de mollasse et de pierre calcaire.

La mollasse est très-employée comme pierre à bâtir dans le département de Vaucluse et en général dans toute la par-

tie basse de la Provence et du Dauphiné ; ce qui s'explique par la multiplicité de ses gisements, la facilité de sa taille et de son exploitation. Cette pierre est de qualité très-variable : elle est quelquefois homogène, à grains fins et d'un tissu serré ; alors elle résiste assez bien à l'action de l'air et peut servir à l'extérieur ; il n'en est pas de même lorsqu'elle est tendre et à texture lâche. L'exploitation se fait partout de la même manière, en pratiquant des gradins droits. Lorsque les gradins ont été préparés, on dégage la mollasse sur trois de ses faces au moyen d'entailles de quelques centimètres de largeur, ayant toute la hauteur du banc à enlever, en sorte qu'après ce travail celui-ci n'est plus adhérent que par sa surface inférieure. Pour achever de le détacher, on y enfonce plusieurs coins en fer, que l'on fait reposer sur des morceaux de bois, et sur la tête desquels on frappe alternativement. Le plus souvent l'épaisseur de la pierre extraite est déterminée par la distance des lits qui divisent la carrière, et auxquels on s'arrête pour plus de facilité. Les principales exploitations se trouvent sur les communes de Courthéson, Sérignan, Caromb, Gordes, Taillades, Cadenet, Oppède et Bonnieux ; elles sont partout à ciel ouvert, sauf à Caromb et à Cadenet. Le prix du mètre cube de mollasse est variable suivant la qualité de la pierre et ses dimensions ; il peut être estimé moyennement à 12 francs. En portant à 150 le nombre des ouvriers occupés chaque année aux carrières, et à 80 mètres cubes de pierre le produit moyen de chacun d'eux, on arrive à la somme de 144,000 francs pour la valeur totale des produits extraits sans la taille et le transport.

Le calcaire employé à la fabrication de la chaux est tiré du terrain néocomien, de la formation à Ancylocéras et quelquefois du grès vert. A Sablet, au nord de Gigondas, on a ouvert une carrière dans le sein de calcaires compactes, sili-

ceux, à strates minces, appartenant au grès vert inférieur; la chaux qu'on en retire passe pour être la meilleure du département; elle vaut 1 fr. 50 c. les 100 kilog. On en obtient aussi de bonne qualité avec quelques calcaires lacustres du terrain sextien. Nous citerons celui du plateau de la Claparède, près d'Apt, dont les propriétés hydrauliques sont indiquées par la composition suivante :

Eau.	0.046
Oxyde de fer.	0.140
Carbonate de chaux.	0.624
Argile	0.190
	<hr/>
	1.000

A Cavailhon, où l'on exploite du calcaire néocomien, l'extraction et le cassage d'un mètre cube de pierre pesant 1,200 kilog. coûtent 2 fr. 25 c. On consomme 100 kilog. de houille pour obtenir 500 kilog. de chaux; celle-ci est vendue sur les lieux 1 fr. 25 c. les 100 kilog. Ces chiffres sont à peu près applicables à toutes les carrières.

Carrières de marne argileuse et d'argile réfractaire.

La marne argileuse se rencontre à divers niveaux géologiques, principalement dans les dépôts alluviaux et dans l'étage supérieur de la mollasse. La plupart des exploitations qui alimentent les fabriques de briques, de tuiles et de poteries grossières du département, ont pour siège ces deux ter-

rains. Elles se ressemblent toutes, sauf que leur degré d'importance est variable. Les détails dans lesquels nous allons entrer sur celles de Vedènes suffiront pour donner une idée exacte des autres.

Les carrières de Vedènes, au nombre de cinq, paraissent appartenir à la mollasse supérieure. Elles sont exploitées à ciel ouvert pendant trois ou quatre mois, et occupent chacune deux ouvriers, un piqueur et un rouleur. Le prix de revient de la terre extraite est de 1 fr. par mètre cube, pesant à peu près 1,800 kilog. Cette terre est transportée à la fabrique, où on l'emploie sans autre préparation que le pétrissage dans une fosse. On saupoudre les moules avec du sable de rivière apporté du Rhône ou de la Durance; il revient à 6 fr. le mètre cube, dont 5 fr. pour les frais de transport. Les fours pour la cuisson des briques et des tuiles sont carrés et ont 3^m.50 de côté sur 4 mètres de hauteur. Au-dessous de la sole, il y a deux chauffes munies d'une grille et surmontées d'une voûte percée de trous pour le passage de la flamme. Une fournée exige quarante heures de feu, et produit 1,200 à 1,500 briques ou tuiles. On consomme 6,000 kilog. de houille menue, valant à Vedènes 2 fr. 25 c. les 100 kilog. Le moulage des pièces et leur cuisson occupent quatre ouvriers dans chaque établissement. Les briques se vendent de 15 à 20 francs le mille; les tuiles, de 35 à 40 francs, suivant leurs dimensions.

Toutes les carrières d'argile plastique exploitées pour les poteries fines appartiennent à la formation tertiaire des sables argilo-siliceux, à l'exception seulement du gîte de la *Moure-Rouge*, près d'Orange, qui se trouve dans le grès vert inférieur.

La carrière de la *Moure-Rouge* fournit une argile em-

ployée à la fabrication de produits spéciaux. Les uns sont des briques de forme hexagone, légères, peu épaisses, qui servent principalement au carrelage des appartements ; on les connaît dans tout le Midi sous le nom de *tomettes*. Les autres consistent en petits solides de terre cuite, diversement colorés par des oxydes, avec lesquels on compose des mosaïques. Ces solides, de forme à peu près cubique, ont 12 millimètres de hauteur, 14 de côté à leur partie supérieure, et un peu moins à leur base, de manière qu'en les réunissant ils laissent à leur partie inférieure des vides destinés à loger le goudron avec lequel on les cimente.

Le gîte d'où l'on tire la matière première pour cette fabrication est situé à 4 kilomètres sud-sud-ouest d'Orange. Il consiste en une couche d'épaisseur irrégulière, que l'on exploite par tranchées ouvertes sur son affleurement, ou par galeries dirigées suivant son inclinaison. Vu l'irrégularité de cette couche et les travaux de recherches que l'on est obligé d'entreprendre, un ouvrier aidé de un à deux manœuvres ne peut extraire par jour qu'un mètre cube de terre dont le prix de revient, après le transport, est de 5 francs. L'usine est située à Orange ; elle renferme quatre fours à tomettes, quatre fours à mosaïques, et de vastes bâtiments pour les magasins et les ateliers. Le nombre moyen des ouvriers employés, hommes, femmes et enfants, ne s'élève pas à moins de 150. La production annuelle est d'environ 8,160 quintaux métriques de tomettes, pesant chacune 170 grammes, et de 30,000 kilog. de petits cubes colorés, du poids de 4 gr. 30 c. Ces derniers sont assemblés en planches de mosaïque et livrés dans cet état au commerce.

La commune de Bedoin renferme des gîtes d'argile réfractaire qui sont faiblement exploités pour le service d'une ou

de deux poteries établies sur les lieux. Ces argiles ont été analysées et présentent la composition suivante :

	(1)	(2)	(3)
Eau.	0.160	0.142	0.120
Silice	0.503	0.472	0.427
Alumine.	0.322	0.383	0.206
Oxyde de fer.	»	»	0.247
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	0.985	0.999	1.000

(1) Argile commune. — (2) Argile bleue dite *grasse*. — (3) Argile bleue dite *maigre*.

Il existe sur les communes d'Apt et de Bollène d'autres carrières d'argile réfractaire qui, par leur nombre et l'importance des fabriques de poteries qu'elles alimentent, méritent une description détaillée (1).

Carrières d'argile et fabriques de poteries d'Apt. — Les dépôts argileux d'Apt entourent la ville et s'avancent jusqu'à ses portes; on les exploite à ciel ouvert ou en creusant des puits irréguliers peu profonds; ce travail occupe moyennement douze à quinze ouvriers pendant l'année. Dans chaque carrière un homme est chargé de l'abattage; deux enfants ou deux femmes sortent la terre dans des paniers appelés *coffins*. On admet qu'un ouvrier travaillant en pleine couche, et dans de bonnes conditions, peut extraire 4 mètres cubes de matière par jour. Le prix de l'abattage d'un mètre cube et sa sortie à port de voiture revient à 1 fr. 25 c., ce qui fait à peu près 0 fr. 07 c. par quintal métrique. On extrait chaque année environ 5,000 tonnes

(1) Les renseignements qui suivent ont été extraits presque en totalité des notes que M. Villot, ingénieur des mines, nous a envoyées.

d'argile, représentant un volume de 2,700 à 3,000 mètres cubes.

Les produits de l'exploitation, après avoir subi une préparation mécanique convenable, servent, suivant leur qualité, à fabriquer : 1° de la poterie fine, appelée poterie paille ou jaune d'après la couleur du vernis ; 2° des *cazettes* pour l'enfournement des pièces ; 3° des *malons* ou briques minces et légères pour le carrelage des appartements. Ces briques sont les unes carrées, les autres de forme hexagone ; celles-ci portent, comme nous l'avons dit plus haut, le nom spécial de *tomettes*. Les diverses argiles employées ont été analysées par M. Diday, qui a obtenu les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)
Eau.	0.070	0.088	0.114	0.038
Silice	0.765	0.740	0.640	0.820
Alumine	0.165	0.172	0.246	0.142
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000	1.000	1.000
	(5)	(6)	(7)	(8)
Eau.	0.096	0.128	0.102	0.065
Carbonate de chaux.	0.027	0.018	0.020	0.043
Oxyde de fer. . .	0.045	0.144	0.058	0.068
Silice	0.626	0.502	0.640	0.644
Alumine	0.206	0.208	0.180	0.180
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1.000	1.000	1.000	1.000

(1) et (2). Argiles des quartiers appelés les Eygaux et Saint-Lazare. Elles forment la base de la pâte ordinaire pour la poterie fine. On est obligé d'en séparer par le lavage du sable et du gravier siliceux qui y sont toujours mêlés. Elles sont parfaitement blanches, mais maigres et peu liantes.

(3). Argile du quartier de Saint-Lazare. Elle pourrait

constituer à elle seule une bonne pâte pour la poterie fine ; on la mêle aux précédentes.

(4). Argile du quartier des Tourettes. Cette argile très-siliceuse est employée pour l'émail dans toutes les fabriques de faïence de la Provence. Jusqu'à présent, on n'a pas pu la remplacer.

(5). Argile alumineuse du quartier de Saint-Lazare. On l'ajoute à la pâte pour lui donner du liant.

(6). Argile du quartier des Tourettes. Elle sert à faire des cazettes et d'autres pièces destinées à supporter des variations brusques de température. Quoique très-ferrugineuse, elle résiste bien au feu.

(7) et (8). Argiles ferrugineuses des Eygoux et de Saint-Lazare, employées pour les malons et les poteries communes. On en trouve deux qualités, l'une jaune, l'autre rouge, le plus souvent mêlées ensemble. La variété jaune est la plus estimée, comme prenant une belle couleur à la cuisson.

Le travail de la pâte sur le tour n'offre rien de particulier. La cuisson s'est beaucoup perfectionnée depuis quelques années. Pendant longtemps on s'est servi exclusivement du bois comme combustible, et l'on croyait même qu'il n'était pas possible de faire autrement. Aujourd'hui on fait usage de la houille et du lignite, et il en est résulté une grande économie dans la fabrication. Cependant le bois n'a pas été complètement abandonné ; son emploi paraît même indispensable, ou au moins très-utile, à une certaine époque de l'opération. L'introduction de la houille a amené des changements dans la forme des fours, qui sont maintenant construits de manière à obtenir une haute température en consommant le moins de combustible qu'il est possible. Ils sont ronds ; leur diamètre est de 3^m.50 à l'intérieur et de 5 mètres en dehors. A leur partie inférieure et tout autour de leur circonférence, on a

placé six chauffes, régulièrement espacées, dont les grilles ont 0^m.90 de longueur. Le plancher du four est percé de trous et supporté par cinq murs circulaires et concentriques, qui offrent en face des chauffes des ouvertures surbaissées pour la circulation de la flamme. Celle-ci passe par les trous dont le plancher est percé dans l'intervalle des murs circulaires, et parvient dans l'intérieur du laboratoire, où elle enveloppe les piles de cazettes. Les trous sont d'autant plus nombreux qu'ils sont plus rapprochés de la circonférence, ce qui est nécessaire pour rendre la température partout égale. On comprend, en effet, que si on laissait la flamme des six chauffes converger vers le centre du four, où elle tend naturellement à se porter, elle y produirait une température excessive ; on l'attire vers les bords, en multipliant les ouvertures pour lui donner un passage facile. Afin d'obtenir encore plus sûrement une répartition égale de la chaleur, condition indispensable d'une bonne cuisson, on surmonte une partie de ces ouvertures de tuyaux en poterie qui conduisent le feu jusque dans les parties les plus élevées du laboratoire. A 2^m.50 au-dessus du plancher, il y a une voûte circulaire percée de trous à égales distances ; elle sert de base à une seconde chambre où des pièces non recouvertes de vernis, ou à l'état de biscuit, reçoivent un premier degré de cuisson. On utilise ainsi une quantité notable de chaleur qui serait perdue sans cette disposition. Cette seconde chambre a 1 mètre de hauteur ; elle est couverte d'une voûte également percée de trous, mais plus nombreux à la circonférence qu'au centre. Enfin, au-dessus, il y a une cheminée haute de 6 mètres. La durée d'une cuite est de vingt-huit heures : pendant les dix premières heures, on chauffe à la houille ; après, on emploie le bois ; à la fin de l'opération, où l'on a besoin d'un coup de feu, on brûle des coquilles d'amande, dont la flamme longue, claire, ardente,

atteint les régions les plus élevées du four. Afin d'empêcher que ces coquilles ne tombent dans le cendrier et pour rendre leur combustion moins rapide, on a soin, lorsqu'on les charge, de placer sur la grille des débris de cazettes et d'autres poteries. Le feu est conduit par deux hommes dont la journée est de quatorze heures. Une fournée se compose de 2,500 à 3,200 kilog. de poterie, suivant la forme et la nature des pièces; soit 3,000 kilog. en moyenne, dont le prix de vente est d'environ 700 francs. On consomme 30 quintaux métriques de houille et une quantité variable de bois et de coquilles d'amande. Le nombre des fournées est à peu près de quarante-cinq par an.

On compte à Apt neuf fabriques de poterie fine dont deux sont actuellement en chômage; une dixième est en construction. Les établissements en activité occupent moyennement 125 ouvriers. Leur production totale, chaque année, peut être évaluée à 950 tonnes dont la valeur est de 220,000 à 230,000 francs. Cette poterie est légère et supporte bien le feu; ces qualités la font rechercher et lui ont ouvert de nombreux débouchés. On l'expédie dans tout le département de Vaucluse et les pays environnants; par le canal du Midi, elle parvient jusqu'à Toulouse et à Bordeaux, où l'on en fait une grande consommation; de Marseille, on la transporte en Afrique et dans le Levant.

On fabrique aussi à Apt beaucoup de malons qui sont cuits dans des fours semblables à ceux de la poterie. Six établissements, occupant chacun 15 à 20 ouvriers, ont pour objet ce genre d'industrie. Les malons hexagones pèsent 200 grammes, et les autres trois fois plus. Leurs dimensions sont telles que pour couvrir un mètre carré de surface, il faut 86 tomettes et seulement 36 malons carrés. Les uns et les autres se vendent 6 francs les 100 kilog. On en fabrique

chaque année au moins 2,670 tonnes, dont la valeur totale est de 150,200 francs. Les mêmes établissements livrent aussi au commerce de la poterie grossière, des briques et des tuiles ordinaires, faites avec de la marne argileuse; mais ces produits sont beaucoup moins importants que les précédents et n'ont pas d'autres débouchés que les localités environnantes.

Carrières d'argile et fabriques de poterie de Bollène.
— Les carrières de Bollène sont situées à 3 kilomètres environ sud-est de la ville, au quartier de Noyères. Le gîte exploité consiste en une masse considérable d'argile réfractaire dont la puissance varie depuis 10 jusqu'à 40 mètres; elle a rempli un petit bassin allongé dans le sens de l'ouest à l'est, au milieu de la formation du grès vert supérieur. Cette argile est presque partout recouverte par une épaisseur de plusieurs mètres d'un sable quartzueux jaunâtre, renfermant sur beaucoup de points du fer hydroxydé semblable à celui de Rustrel. L'exploitation a lieu à l'aide de puits dont la profondeur moyenne est de 25 à 30 mètres. Ils sont boisés très-solidement afin de pouvoir résister à la poussée des terres. On évite de les percer sur les points où les sables supérieurs ont une grande épaisseur, à cause des filtrations d'eau qui existent à leur jonction avec l'argile; elles sont quelquefois tellement abondantes, que l'on est obligé de se retirer. Pour la même raison, on a soin de ne pas traverser entièrement la masse argileuse, car on trouverait à la rencontre du grès vert une autre nappe d'eau souterraine qui inonderait les travaux. Après l'achèvement d'un puits, on ouvre au fond une galerie principale, également bien boisée, ayant 2 mètres de hauteur et 1^m.30 de largeur, et de di-

stance en distance on pousse de petites traverses. Les eaux sont peu abondantes à cause de l'imperméabilité de l'argile. On remédie au manque d'air par le moyen de petits ventilateurs. Lorsque l'exploitation est devenue trop difficile ou trop coûteuse à cause de son étendue, on bat en retraite en retirant autant que possible les bois de soutènement. Bientôt l'argile supérieure s'affaisse et comble les cavités. Par l'effet du tassement, le terrain finit par prendre assez de solidité pour que plus tard on puisse y pratiquer de nouveaux travaux et recommencer l'extraction. La matière est sortie au jour dans des coffins, par le moyen d'un treuil placé à l'orifice des puits et mis en mouvement à bras d'homme ; elle est ensuite étendue sur le sol et triée avec soin par des femmes et des enfants. Cette opération a pour but de séparer des rognons d'oxyde de fer qu'elle renferme souvent et dont le mélange diminuerait son infusibilité. L'argile, classée d'après sa couleur et sa pureté, présente les trois qualités suivantes :

1° La *rosée* ; elle est tout à fait exempte de fer, et pour cette raison très-estimée ; on la rencontre ordinairement à la partie inférieure du gîte.

2° La *grise*, bleuâtre ou violâtre, qui est la variété la plus commune ; on est obligé de la trier.

3° La *tigrée*, intimement mêlée d'oxyde de fer. Elle est trop impure pour entrer dans la pâte des poteries réfractaires ; on la réunit aux déchets de la qualité précédente.

La matière triée et classée est transportée à Bollène, où sa dessiccation s'achève. Elle est ensuite en partie vendue pour l'exportation, en partie employée sur les lieux à la fabrication de diverses poteries. Le prix de revient d'un quin-

tal métrique de terre prête à être vendue est évalué à 0 fr. 56. Ce prix se décompose de la manière suivante :

Extraction et triage	0.375
Transport à l'usine	0.100
Étendage pour la dessiccation.	0.025
Frais généraux de l'exploitation	0.060
	<hr/>
Total.	0.560

Il faut ajouter à ces frais, 0 fr. 25 pour droit d'extraction, lorsque l'exploitant n'est pas propriétaire de la surface du sol. Le prix ordinaire de vente est de 2 francs les 100 kilog. pour l'argile rosée; de 4 fr. 50 pour l'argile grise, premier choix; de 0 fr. 90 pour la même argile, second choix.

Le nombre des ouvriers employés à l'exploitation, hommes femmes et enfants, est de 80 à 90, à peu près pendant toute l'année. La quantité totale d'argile extraite s'élève au moins à 10,000 tonnes.

Les usines à poterie de Bollène produisent principalement des briques réfractaires et des tuyaux de conduite. Nous allons entrer dans quelques détails sur leur fabrication.

Si des pièces massives, telles que des briques, étaient composées d'argile plastique pure, elles se déformeraient beaucoup à la cuisson à cause du retrait. On prévient cet inconvénient en introduisant dans la pâte une certaine quantité de matière étrangère qui n'éprouve aucun changement par l'action du feu. C'est du sable quartzueux fin, ou encore mieux du *ciment*. On appelle ainsi une partie de l'argile elle-même, cuite préalablement, broyée et tamisée. Pour cuire l'argile destinée à servir de ciment, on se sert

d'un four coulant d'une construction particulière. On peut le comparer, dans son ensemble, à un four à réverbère ordinaire dont la sole est remplacée par une cavité en forme de tronc de pyramide quadrangulaire renversé, percé à sa partie inférieure d'un trou carré par lequel on retire l'argile cuite. La flamme sortant du laboratoire entoure une sorte de moufle demi-circulaire, dans laquelle on place l'argile crue avant de la charger dans le four; elle y subit une forte dessiccation. La matière, après sa cuisson, est portée sous une paire de meules pour être broyée; puis elle est jetée sur une grille dont les mailles rectangulaires ont 2^{mm}.50 de large sur 3^{mm}. de long. Ce qui ne passe pas à travers cette grille est de nouveau broyé, puis tamisé, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le tout soit réduit à un degré de ténuité convenable. L'argile cuite pulvérisée est mêlée à de l'argile crue bien desséchée et également broyée. On met trois parties en volume de la première pour deux de la seconde. Le mélange s'opère dans une cuve cylindrique ayant 2 mètres de haut et 0^m.70 de diamètre, au centre de laquelle il y a un axe tournant, armé de palettes rangées en hélice et inclinées de 45°. On y ajoute une partie d'eau pour trois de matière sèche. La pâte obtenue est encore piétinée, puis moulée suivant les procédés ordinaires. Après le moulage, les pièces sont placées sur une aire plane et soumises à la dessiccation à l'air libre, que l'on accélère en faisant circuler des courants de chaleur sous le sol. On utilise de cette manière la flamme perdue des fourneaux.

Les fours employés à la cuisson des briques sont cylindriques et recouverts par une calotte sphérique percée au centre d'une ouverture pour le passage des gaz; six chauffes sont disposées régulièrement sur leur pourtour. Les plus grands ont 5 mètres de hauteur au-dessus du plancher, et

autant pour leur diamètre intérieur ; le massif de maçonnerie qui entoure le laboratoire a 0^m.65 d'épaisseur, dont 0^m.40 en briques réfractaires ; on peut y cuire 90 tonnes de matière. Le feu dure huit jours : pendant les cinq premiers, on chauffe avec ménagement, puis avec activité le reste du temps. Il faut quatre à cinq jours pour le refroidissement et deux pour le défournement. La consommation en combustible est de 200 quintaux métriques de houille menue valant 2 fr. 80 le quintal à Bollène.

Des observations exactes sur les pertes de poids et le retrait que les briques éprouvent par la dessiccation et la cuisson ont donné les résultats suivants :

Poids de 10 briques ordinaires.

	kil.
Briques fraîches.	74.750
Id. desséchées	62.000
Id. cuites	59.040

Dimensions.

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.
Briques fraîches. . .	0.288	0.444	0.090
Id. desséchées . .	0.274	0.135	0.083
Id. cuites . . .	0.265	0.132	0.080

D'après ce tableau, la perte de poids qu'une brique fraîche éprouve par la dessiccation et la cuisson est de 21 p. 0/0.

Les briques réfractaires de première qualité se vendent, suivant leurs dimensions, 5 à 6 francs les 100 kilogrammes,

les plus volumineuses étant les plus chères à poids égal. Celles de deuxième qualité, dans la composition desquelles il entre du sable quartzeux, ne valent que 3 fr. 50 à 4 francs.

Pour la fabrication des tuyaux en poterie, on mêle l'argile réfractaire de deuxième qualité avec une marne argileuse micacée que l'on rencontre sur le territoire de Bollène, le long de la route de Nyons. La pâte résultant de ce mélange donne par la cuisson un produit sonore, assez dur pour faire feu au briquet, et doué en même temps d'une grande ténacité. Pour la préparer, on fait sécher à part la marne et l'argile, on les pulvérise sous des meules, et on les mêle ensuite dans une cuve à malaxer, en ajoutant deux parties d'eau pour trois de matière sèche. La pâte, après le mélange, est portée dans une fosse où elle doit rester huit à dix jours avant d'être employée.

Le moulage se fait à la mécanique. L'argile, placée dans un cylindre, est comprimée à l'aide d'une presse hydraulique, et obligée de sortir par une ouverture de forme ronde, ayant au centre un noyau plein. Le tuyau ainsi moulé est séché jusqu'à ce qu'il ait pris assez de consistance pour devenir maniable. Il est ensuite placé sur le tour, pour être poli extérieurement; on y pratique aussi des filets destinés à augmenter l'adhérence du ciment employé dans la pose des conduites; enfin on le coupe suivant certaines longueurs. Lorsqu'il a subi une dessiccation plus complète, on le recouvre d'un vernis formé d'un mélange d'alkifoux, de grès ferrugineux et d'argile blanche maigre. La cuisson s'opère dans des fours carrés à plancher percé de trous. Les chauffes sont au nombre de deux avec une grille de 1^m.40 de long sur 0^m.60 de large. La conduite du feu est délicate : il faut que la chaleur soit bien égale partout et qu'elle ne dépasse pas

un certain degré au-dessus duquel les tuyaux commencent à se boursoufler et à fondre. Une pièce bien cuite doit présenter une cassure compacte d'un rouge clair, sans zone foncée ou noire. Cette dernière couleur est l'indice d'une cuisson trop avancée.

Les tableaux suivants, qui sont de nature à intéresser les consommateurs, font connaître la résistance à la pression intérieure dont les tuyaux sont susceptibles, ainsi que leurs prix de vente et de pose par mètre courant.

Résistance des tuyaux.

Diamètre.	Épaisseur.	Nombre d'atmosphères déterminant la rupture.
<i>m.</i>	<i>m.</i>	
0.215	0.025	6.5
0.150	0.025	10.0
0.120	0.025	12.9
0.100	0.020	15.6
0.080	0.015	14.3
0.060	0.015	15.1

Des tubes de 0^m.03 de diamètre et 0^m.02 d'épaisseur n'ont pas pu se rompre sous une pression de vingt-deux atmosphères. Les expériences d'où ces résistances ont été conclues sont dues à M. Laur, ingénieur des mines. Leur nombre a été de quatre à cinq pour chaque espèce de tuyau, afin d'avoir une moyenne.

Prix des tuyaux cylindriques avec manchons.

Diamètre.	Poids du mètre.	Prix du mètre.	Prix de la pose.
<i>m.</i>	<i>kil.</i>	<i>fr.</i>	<i>fr.</i>
0.035	5	0.50	0.20
0.045	6	0.60	0.25
0.060	8	0.80	0.40
0.080	12	1.10	0.50
0.100	18	1.40	0.60
0.160	30	3.00	0.85
0.200	36	4.50	1.10
0.220	40	5.00	1.25

Prix des tuyaux coniques.

Diamètre.	Poids du mètre.	Prix du mètre.	Prix de la pose.
<i>m.</i>	<i>kil.</i>	<i>fr.</i>	<i>fr.</i>
0.035	5	0.35	0.25
0.040	6	0.40	0.30
0.060	8	0.50	0.45
0.080	11	0.70	0.55
0.100	13	0.90	0.65
0.160	20	2.50	1.00

La longueur des tuyaux cylindriques est de 1 mètre ; celle des tuyaux coniques, en y comprenant l'emboîtement, est de 0^m. 55.

La fabrication des briques réfractaires, des tuyaux de conduite et des autres poteries, occupe à Bollène 80 ouvriers environ, qui sont répartis dans onze établissements. La quantité totale des produits est annuellement de 52,000 à

55,000 quintaux métriques. Les principaux débouchés sont, pour les briques réfractaires : Marseille, Decazeville, le Pouzin, Bessèges, Alais, la Corse et les usines des environs. Les tuyaux s'expédient surtout à Lyon, à Marseille, et dans les départements du Midi.

Carrières de sable réfractaire et d'ocre.

Il existe des carrières de sable réfractaire à Bollène, à Apt, à Sault et à Bedoin. La carrière de Bollène fournit du sable pour la fabrication des briques. Celle de Bedoin n'est exploitée que par intervalles pour le service des verreries ; son débouché principal est Marseille.

L'ocre est une argile plus ou moins siliceuse, renfermant une forte proportion d'oxyde de fer, ce qui lui donne une belle couleur jaune ou rouge. Les sables argilo-siliceux de Roussillon et de Gargas renferment cette substance en abondance. Pour l'extraire, on attaque les sables à la pioche et on les lave sur place. On emploie à cet effet les eaux du voisinage, que l'on réunit dans un réservoir. En levant une vanne, on produit un courant dans lequel un ouvrier jette à la pelle les matières ocreuses. Les particules les plus ténues sont emportées et vont se déposer dans des bassins creusés dans le sol même. Ces bassins, de dimensions variables, sont garnis de pierres non cimentées, et laissent l'eau s'écouler par filtration. Le rendement des sables est d'environ 12 p. 0/0. L'ocre est broyée, mise en tonneau, et vendue à raison de 4 fr. 50 les 100 kilog. rendus à Apt. Les sables ocreux étant inépuisables, leur exploitation n'est limitée que par la nécessité de se procurer une quantité d'eau suffisante pour le

lavage ; ce qui entraîne quelquefois des dépenses assez considérables.

Les carrières de Gargas et de Roussillon occupent moyennement 14 ouvriers et produisent 2,500 à 3,000 quintaux métriques d'ocre par an. L'étendue des débouchés ouverts à cette matière est vraiment étonnante ; on en transporte en Angleterre, en Italie, et jusque dans l'Asie-Mineure.



NOTE

SUR LES RAPPORTS DES FAUNES FOSSILES

AVEC L'AGE DES TERRAINS (1).

Le sujet que nous nous proposons de traiter est un des plus importants qu'il y ait en géologie. Il s'agit de savoir si l'on doit admettre ou rejeter la proposition suivante, base des doctrines paléontologiques les plus accréditées : *Deux terrains qui renferment la même faune fossile sont nécessairement contemporains*. Si cela est vrai, il est clair que pour connaître l'âge relatif des couches, on peut s'épargner la peine de constater par l'observation leur position géologique : l'examen de leurs restes organisés est suffisant. Si au contraire la proposition est fautive, comme trop absolue, une classification déduite uniquement des fossiles n'est plus qu'une présomption, une simple probabilité ; pour devenir une certitude, il faut qu'elle soit confirmée par des observations stratigraphiques, et celles-ci restent en possession du privilège de décider en dernier ressort de l'âge des formations. Cette question, comme on le voit, n'est pas une de celles que l'on peut négliger comme spéculative ; elle est essentiellement pratique. Suivant qu'on la résoudra dans un

(1) Cette note est celle que nous avons annoncée page 44 ; elle a pour objet de justifier quelques-unes de nos classifications, ainsi que les opinions paléontologiques que nous avons exprimées dans le courant de cet ouvrage.

sens ou dans un autre, on sera conduit à adopter des principes de classification diamétralement opposés.

La discussion qui va suivre n'aura pas pour objet tel ou tel fait particulier : c'est le fondement même des doctrines paléontologiques que nous soumettrons à un examen critique. Nous allons considérer ces doctrines dans ce qu'elles ont d'*exclusif*, et rechercher si, à ce point de vue, elles reposent sur une base solide, ou si elles ne sont que de pures hypothèses dont le véritable caractère a été dissimulé sous le nom de lois. En faisant sortir la question du cercle étroit des cas particuliers soumis à la controverse, pour la faire entrer dans le domaine du bon sens, du raisonnement et des faits incontestés, nous espérons rendre sa solution facile pour tout le monde. Il est remarquable que dans les débats souvent renouvelés à l'occasion des fossiles, personne n'ait encore songé à se placer sur le terrain que nous choisissons. Peut-être a-t-on reculé devant la pensée d'attaquer de front des principes auxquels le temps a donné une grande autorité. D'un autre côté, les paléontologistes exclusifs n'aiment pas eux-mêmes à remonter jusqu'à l'origine de leurs prétendues lois ; ils préfèrent les donner comme certaines et hors de discussion ; volontiers ils en feraient des espèces de vérités révélées, trop haut placées pour que la raison ait quelque chose à y voir.

Avant d'entrer en matière, nous dirons en quelques mots le plan que nous suivrons. Nous examinerons d'abord pourquoi les animaux actuels sont partagés en groupes ou faunes ayant des cantonnements séparés à la surface du globe, et nous ferons ressortir l'analogie qui existe entre ces faunes particulières et celles qui existent à l'état fossile. Nous en concluons que les unes et les autres ont été la conséquence des mêmes lois. Après ces considérations préliminaires, nous

passerons à la recherche des rapports qui ont existé entre les faunes anciennes et la succession des âges géologiques. Cela nous conduira à discuter les diverses manières dont on peut expliquer les variations brusques de fossiles que l'on observe à la jonction des terrains. De cette discussion découlera naturellement la solution de la question que nous avons posée. En terminant, nous citerons quelques faits pour montrer que les principes paléontologiques exclusifs ont été nuisibles aux progrès de la géologie.

FAUNES PARTICULIÈRES ACTUELLES. — Tout le monde sait que les nombreux animaux répandus à la surface de la terre ne vivent pas confondus pêle-mêle. Ils sont distribués par groupes qui varient d'un pays à un autre, et dans le même pays, suivant la nature du milieu où ils sont plongés. On sait également que les êtres formant un de ces groupes appartiennent souvent à des classes zoologiques très-différentes. Ainsi, la même nappe d'eau peut nourrir à la fois des reptiles, des poissons, des crustacés, des annélides, des mollusques, etc. Malgré la diversité de leur organisation, ces animaux vivent côte à côte; ils sont même unis entre eux par des liens tellement étroits que si un individu pris au hasard est tiré du groupe dont il fait partie pour être transporté dans un autre, il est à peu près certain qu'il ne pourra pas y prolonger son existence. Quant aux causes qui ont élevé des barrières, le plus souvent infranchissables, entre les membres des faunes particulières, elles sont également connues des naturalistes. Les divers organes dont la réunion constitue un animal ne peuvent fonctionner que sous l'empire de circonstances physiques spéciales. Parmi ces circonstances, il en est de tellement impérieuses que leur cessation entraîne une mort presque immédiate. Ainsi, une espèce terrestre plongée dans l'eau et un poisson sorti de son élément liquide

perissent bientôt, asphyxiés chacun d'une manière différente. Si, au lieu de changer les conditions physiques les plus essentielles à la vie, on se borne à les modifier, la mort est moins prompte, mais presque toujours inévitable. Un animal transporté loin de son pays natal, dans une contrée où il ne trouvera plus la même nourriture, la même température moyenne, où il aura à supporter des températures extrêmes différentes, où le climat sera plus sec ou plus humide, le ciel plus brumeux ou plus serein, y languira pendant quelque temps et finira par s'éteindre ; ou bien si, à force d'art et de soins, l'homme parvient à lui créer en quelque sorte une seconde patrie, il y vivra, mais le plus souvent sans se propager ; si ce n'est pas l'individu, c'est l'espèce qui sera frappée mortellement. Il y a des exceptions à cette loi ; elles comprennent les animaux que l'on appelle cosmopolites ou susceptibles d'acclimatation. Parmi les mammifères, on doit citer en première ligne le *chien*, ce fidèle compagnon de l'homme, qui brave comme lui les froids les plus rigoureux et les ardeurs des climats les plus brûlants. On le trouve à l'état sauvage dans presque toutes les parties de l'Amérique, dans quelques contrées de l'Afrique, dans l'Inde et dans l'Australie. Le *buffle*, originaire des régions les plus chaudes de l'Afrique et des Indes, est devenu domestique en Grèce et en Italie. Le *cheval* et l'*âne*, descendus des steppes de la Tartarie, servent l'homme presque partout ; ils se sont parfaitement acclimatés dans les deux Amériques, où il n'est pas rare de les rencontrer à l'état sauvage. On pourrait multiplier ces exemples (1) ; néan-

(1) Il y a des espèces susceptibles d'acclimatation à tous les degrés de l'échelle animale. La *Cypræa moneta* peuple à la fois la Méditerranée, les mers de la Chine, celles des Indes et les parages de l'Afrique méridionale. L'*Helix aspersa*, l'une des coquilles terrestres les plus répandues dans l'Europe méridionale, a été également observée au

moins, il est certain que les espèces cosmopolites ne forment au sein de la population totale du globe qu'une imperceptible minorité. En général la vie des animaux et la possibilité de leur propagation sont soumises à des conditions physiques très-étroites, qui varient dès que l'on franchit des espaces un peu considérables. Il en résulte que la surface terrestre se trouve partagée en un certain nombre de *cantonnements* caractérisés chacun par une faune spéciale.

Indépendamment des raisons physiologiques qui s'opposent à ce que les membres de deux faunes plus ou moins éloignées puissent se mêler, on doit tenir compte aussi des barrières naturelles, telles que les chaînes de montagnes, les bras de mer, etc.; mais ces causes de séparation ne paraissent avoir qu'une influence tout à fait secondaire. Il est une classe d'êtres vivants, celle des oiseaux, pour lesquels les obstacles à la dispersion sont à peu près nuls; et cependant, pris dans leur ensemble, ils forment comme les autres animaux des groupes particuliers. Les oiseaux sédentaires restent attachés à leur sol natal, parce qu'ils ne sont bien que là; ceux qui voyagent sont obligés de se déplacer périodiquement, parce que nulle part ils ne trouvent pendant toute l'année le climat qui leur convient. Les uns et les autres confirment, quoique d'une manière très-différente, la loi des cantonnements.

Si l'on compare entre elles, d'une part, les diverses faunes,

du pied du Chimborazo, à Cayenne et à Sainte-Hélène. Un papillon commun en France, nommé *Vanessa cardui*, a été retrouvé dans tout le midi de l'Europe, dans la Barbarie, au Chili et en Australie. La *mouche* commune existe dans les deux hémisphères. Parmi les oiseaux, le *corbeau* (*Corvus corax*) se rencontre depuis le cercle polaire jusqu'au cap de Bonne-Espérance. Le *moineau* ordinaire habite tous les pays où il croît du blé.

de l'autre, les conditions physiques d'où résulte leur spécialité, on arrive à de nouveaux rapports dignes d'attention. Parmi les faunes particulières, il en est qui ont entre elles une grande analogie, soit parce qu'elles renferment un certain nombre d'espèces identiques, soit parce que leurs espèces, quoique n'étant pas les mêmes, se ressemblent beaucoup. Il y a d'un autre côté des faunes qui sont très-dissemblables. Or, l'on observe qu'en général (1) les groupes d'animaux les plus voisins par l'ensemble de leur organisation habitent aussi les pays qui offrent le plus d'analogie sous le rapport climatique. Pour mettre cette vérité en évidence, nous ne pouvons faire mieux que de citer textuellement un naturaliste éminent :

« Il semble exister, dit M. Milne Edwards (2), un certain
« rapport entre le climat et la tendance de la nature à pro-
« duire telle ou telle forme animale. Ainsi, on observe une res-
« semblance très-grande entre la plupart des animaux qui ha-
« bitent les régions boréale et australe ; les faunes des régions
« tempérées de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique septen-
« trionale, offrent une grande analogie dans leur aspect gé-
« néral, et dans les contrées tropicales des deux mondes on
« voit prédominer des formes semblables. Ce ne sont pas des
« espèces identiques que l'on rencontre dans des régions dis-
« tinctes et à peu près isothermes, mais des espèces plus ou
« moins voisines et qui semblent être des représentants d'un
« seul et même type. Ainsi les singes de l'Inde et de l'Afri-
« que centrale sont représentés dans l'Amérique tropicale
« par d'autres singes faciles à distinguer des premiers ; au

(1) Nous disons *en général*, car si la diversité des faunes peut s'expliquer par la différence des climats, elle ne lui est pas toujours proportionnelle.

(2) *Cours élémentaire de zoologie*, page 537.

« lion, au tigre, à la panthère de l'ancien continent, corres-
« pondent dans le Nouveau-Monde le cougar, le jaguar et
« l'oncelot. Les montagnes de l'Europe, de l'Asie et de l'A-
« mérique septentrionale, nourrissent des ours d'espèces
« distinctes, mais n'offrant entre eux que des différences lé-
« gères. Les phoques abondent surtout dans le voisinage des
« deux cercles polaires ; et si l'on voulait chercher des preu-
« ves de cette tendance, non dans les classes les plus élevées
« du règne animal, mais parmi les êtres inférieurs, on en
« trouverait de non moins évidentes : les écrevisses, par exem-
« ple, paraissent être confinées aux régions tempérées du
« globe et se trouvent répandues dans la plus grande partie
« de l'Europe par l'espèce si commune dans nos ruisseaux ;
« dans le midi de la Russie, par une espèce différente ; dans
« l'Amérique septentrionale, par deux autres espèces égale-
« ment distinctes des précédentes ; au Chili, par une qua-
« trième espèce ; au sud de la Nouvelle-Hollande, par une cin-
« quième ; à Madagascar, par une sixième ; et au cap de Bonne-
« Espérance, par une septième. »

Les mêmes idées peuvent être exprimées d'une manière encore plus générale, en disant que si l'on partage avec la plupart des naturalistes l'ensemble des animaux en trois grandes faunes partielles, caractéristiques l'une des régions froides, l'autre des régions tempérées, et la troisième des régions chaudes, deux faunes locales quelconques du globe auront entre elles beaucoup plus de rapports si elles appartiennent à la même division climatérique que si elles se trouvent dans deux divisions séparées, surtout si celles-ci sont extrêmes.

Aujourd'hui que, grâce à la multiplicité des voyages entrepris dans un but scientifique, la distribution géographique des êtres organisés commence à être bien connue, un zoologiste exercé, à qui l'on présente une collection un peu complète

d'animaux pris sur un point quelconque du globe, reconnaît non-seulement au premier aspect s'ils ont vécu sous un climat chaud, froid ou tempéré, mais il peut aller beaucoup plus loin, et fixer avec précision la contrée particulière où ces animaux ont été recueillis.

FAUNES PARTICULIÈRES FOSSILES. — Considérons maintenant les groupes qu'ont formés autrefois les animaux, et voyons s'ils ne sont pas entièrement comparables à ceux du monde moderne.

Les espèces fossiles, aussi bien que les espèces actuelles, ne sont pas confondues pêle-mêle ; elles se divisent au contraire en un certain nombre de faunes particulières, parfaitement caractérisées, que l'on retrouve presque identiques sur divers points. Si l'on fait abstraction de leurs relations stratigraphiques pour ne les envisager qu'au point de vue zoologique, on découvre entre elles les mêmes rapports généraux qu'entre les groupes des animaux encore vivants. Ainsi, parmi les anciennes faunes, il en est qui, bien que distinctes, sont cependant liées par une grande ressemblance de formes; d'autres au contraire sont extrêmement dissemblables. Il y a eu autrefois, comme aujourd'hui, certaines espèces robustes qui se sont affranchies de la loi du cantonnement, et qui pour cette raison sont communes à deux, trois et même quatre groupes différents. Ce sont les êtres de l'ancien monde qui étaient susceptibles d'acclimatation. Nous avons parlé plus haut d'un zoologiste habile qui, à la vue d'un ensemble d'animaux provenant d'un pays lointain, pouvait connaître non-seulement la grande division climatérique à laquelle ils appartenaient, mais indiquer aussi avec précision le lieu de leur habitation. De même un paléontologiste instruit, à qui l'on présente une collection un peu nombreuse de fossiles recueillis dans une localité quelconque, déterminera d'abord

sans peine s'ils font partie de l'une ou de l'autre des faunes principales nommées : paléozoïque, triasique, jurassique, crétacée et tertiaire; mais il pourra encore descendre jusqu'aux divisions secondaires et aux moindres subdivisions de ces grandes classes paléontologiques. D'un autre côté, si l'on compare sous le rapport de l'organisation générale les animaux des temps géologiques avec ceux qui vivent sous nos yeux, il est impossible de ne pas admettre pour les uns et les autres exactement les mêmes lois en ce qui concerne l'influence des circonstances extérieures. Il est évident qu'ils ont été construits sur le même plan; ils appartiennent en général aux mêmes classes, aux mêmes familles, aux mêmes genres, et quelquefois leurs espèces sont tellement semblables que l'on a bien de la peine à les distinguer. Il n'y a pas eu deux mondes vivants : le moderne n'est que la continuation de l'ancien. L'analogie la plus claire et la plus rigoureuse conduit donc à admettre comme vraies les trois propositions suivantes .

1° Dès les premiers âges du monde, lorsque deux contrées du globe ont différé notablement sous le rapport des circonstances physiques, elles n'ont pas été habitées par les mêmes animaux ;

2° Autrefois, comme maintenant, il y a eu un certain rapport entre la ressemblance plus ou moins grande des faunes particulières et celle des conditions physiques auxquelles elles étaient soumises ;

3° Lorsque deux faunes fossiles à formes différentes ont été contemporaines, elles n'ont jamais pu se mêler, quelque longue qu'ait été la durée de leur coexistence, à cause de l'influence physiologique des circonstances extérieures, cette influence ayant été aussi puissante pendant les temps géologiques que de nos jours.

On n'a jamais fait contre les principes précédents qu'une seule objection qui nous paraît peu fondée. Comme les mêmes fossiles se trouvent quelquefois à l'intérieur de roches ayant des caractères minéralogiques opposés, quelques géologues en ont conclu que les anciens êtres organisés ont dû être indépendants de la nature du milieu qu'ils habitaient. Ce raisonnement laisse beaucoup à désirer. On doit distinguer en effet les circonstances physiques sous l'empire desquelles les animaux ont vécu de celles qui ont présidé à leur fossilisation. Ces dernières seules ont un rapport direct avec la nature des roches. Parce que l'on a découvert des squelettes humains dans des cendres du Vésuve, à Pompeïa, on ne peut pas certainement en tirer la conséquence que les habitants de cette ville respiraient habituellement un air chargé de matières volcaniques. Celles-ci indiquent seulement la nature de la catastrophe qui les a fait périr. On ne doit pas oublier que les époques géologiques, même dans leurs plus petites subdivisions, paraissent devoir se partager en intervalles de calme séparés par des perturbations. Le temps qui s'est écoulé entre la fin du dépôt d'une couche et le commencement de la suivante a peut-être été beaucoup plus long que celui pendant lequel la couche elle-même s'est formée. Il est certain au moins que l'état physique des lieux a dû être très-différent.

Il nous reste à faire une remarque importante sur la nature des influences locales qui, à toutes les époques géologiques, ont partagé la faune totale du globe en plusieurs faunes particulières, et ont opposé à leur mélange des barrières infranchissables. Il s'agit surtout des corps marins, dont les restes composent, comme on le sait, la presque totalité des fossiles. Aujourd'hui, les principales conditions physiques qui règlent la distribution géographique des mollusques et des autres

habitants des mers, sont la température moyenne des eaux, leur profondeur, la nature des fonds, l'exposition et la configuration des côtes. Toutes ces influences ont existé autrefois comme de nos jours; mais de plus il y a eu celle des sources minérales, gazeuses ou salines. Un grand nombre de faits indiquent qu'elles ont joué pendant les temps anciens un rôle important. Ce n'étaient pas alors de maigres filets liquides comme ceux qui alimentent nos établissements thermaux. Des masses d'eau énormes, comparables à des fleuves immenses, sortaient alors des entrailles de la terre et coulaient sans diminuer de volume pendant des laps de temps considérables. S'il en a été ainsi, ces fleuves artésiens de l'ancien monde, en se mêlant aux eaux superficielles, ont dû influencer d'une manière très-sensible sur leur densité, leur température et la nature des substances salines qu'elles tenaient en dissolution. De là cette conséquence importante que deux nappes d'eau extrêmement voisines ont pu nourrir autrefois des groupes d'animaux à formes très-différentes, et que réciproquement deux nappes d'eau très-éloignées ont pu renfermer des faunes semblables, parce que dans l'un et l'autre cas l'influence physiologique due à la composition chimique et à la température des émanations souterraines l'a emporté de beaucoup sur celle de la chaleur solaire, de la configuration des lieux, et des autres circonstances extérieures.

L'influence prépondérante de l'état géogénique du globe sur la distribution des êtres organisés pendant les temps géologiques nous paraît démontrée par un fait connu depuis longtemps. Plus un terrain est ancien, plus l'extension géographique des fossiles qu'on trouve dans son sein paraît considérable. Des espèces identiques, des formes entièrement semblables, se rencontrent à d'immenses distances et sous toutes les latitudes. Il semble que la chaleur solaire, aujourd'hui toute

puissante pour séparer les faunes, ne produisait alors sur elles aucun effet. A mesure que l'on se rapproche des temps modernes, la diversité des fossiles augmente de plus en plus avec l'éloignement des lieux. Elle commence à être très-sensible pendant la période tertiaire. A cette époque, les agents géogéniques avaient déjà perdu beaucoup de leur énergie, et les phénomènes étaient devenus presque semblables aux nôtres. Depuis que la croûte du globe est parvenue à un état à peu près complet d'équilibre, il n'y a plus que la latitude et la configuration des diverses parties de la surface terrestre qui aient de l'influence sur les climats, et par conséquent sur les conditions physiques imposées à la vie. Comme ces éléments varient pour chaque lieu, il n'y a pas en réalité deux contrées, même peu étendues, dont l'état climatérique soit exactement le même. C'est la cause du morcellement presque indéfini des faunes actuelles et de la grande difficulté à continuer de vivre qu'éprouvent en général les espèces, dès qu'on les sort de leur pays natal.

RAPPORTS ENTRE LES FAUNES FOSSILES ET LA SUCCESSION DES AGES GÉOLOGIQUES. — Il est certain que l'état physique de la surface terrestre a beaucoup varié depuis la naissance du monde, et l'on peut en donner des preuves sans avoir recours à l'examen des êtres organisés. Évidemment le refroidissement graduel de la masse du globe a dû modifier la température moyenne de sa partie externe. Le soulèvement des chaînes de montagnes, l'augmentation de l'étendue des continents, les changements dans le contour des mers, ont nécessairement créé d'autres climats. Les phénomènes géogéniques eux-mêmes ont éprouvé des modifications successives dans leur nature et leur intensité. Puisque les conditions extérieures n'ont pas été toujours les mêmes, et qu'entre ces conditions et la forme des êtres animés il y a une liaison

étroite, on en tire cette conséquence, d'ailleurs confirmée directement par l'observation, que la population de la surface du globe a varié *avec le temps*.

Nous venons d'indiquer les raisons pour lesquelles les faunes ont varié d'une époque géologique à l'autre. Il est également certain qu'elles ont varié *suivant les lieux*, pendant la durée d'une même époque. Cette dernière diversité a tenu à ce que jamais à un moment donné l'état physique de la surface terrestre n'a été le même sur tous les points. Les faits prouvent bien que les agents géogéniques ont créé autrefois, sur des espaces plus ou moins étendus, des conditions physiologiques semblables, malgré les différences de latitude; mais on raisonnerait fort mal si l'on en concluait que ces conditions ont été universelles et sans aucune exception. Si, comme cela est vraisemblable, elles ont été déterminées par la présence de sources minérales et d'autres émanations souterraines, il est inadmissible que celles-ci aient été partout identiques; elles ont dû être accidentellement dissemblables, non-seulement à de grandes distances, mais même sur des points très-voisins, ainsi qu'on le voit encore aujourd'hui; par conséquent, des animaux marins ou d'eau douce à formes très-différentes ont pu quelquefois habiter la même contrée et presque se toucher.

La distinction que nous venons de faire entre les faunes successives et les faunes contemporaines de l'ancien monde nous permet de présenter sous un nouveau jour et de préciser encore mieux la question que nous nous proposons de résoudre: il s'agit de savoir *si une même faune n'a pas été commune à plusieurs époques géologiques*. Afin de donner autant que possible aux considérations qui vont suivre la rigueur d'une démonstration, nous les présenterons sous la forme d'un dilemme. Après avoir rappelé que les terrains

sont séparés par des variations brusques de fossiles, nous ferons l'énumération de toutes les explications que l'on peut donner de ce fait ; puis, nous les discuterons l'une après l'autre.

Si l'on examine quelque part une série de couches comprenant deux terrains regardés comme consécutifs, tels que l'étage portlandien et le néocomien inférieur, ou bien les marnes irisées du trias et le lias, ou deux autres groupes principaux quelconques qui se suivent dans l'échelle générale des formations, on observe que ces groupes ordinairement bien distincts par leurs roches, le sont encore plus sous le rapport paléontologique. Ils ne renferment pas de fossiles semblables, ou, s'il y en a, ils sont en si petit nombre qu'on peut les négliger ; ils appartiennent à ces espèces exceptionnelles qui ont été, comme nous l'avons dit, susceptibles d'acclimatation. On observe aussi que la ligne séparative des faunes correspond en général à celle des roches minéralogiquement différentes, et qu'elle est presque mathématique ; car elle coïncide avec le joint de deux couches ou avec la ligne de jonction de deux systèmes en stratification discordante. De ce fait, auquel il n'y a que de très-rares exceptions, en supposant qu'il y en ait, on tire d'abord cette conséquence importante que, contrairement à une opinion vaguement exprimée par quelques paléontologistes, il n'y a pas eu dans le passage d'une époque géologique à la suivante une transformation lente des formes animales. Il est clair que s'il en avait été ainsi, les restes organisés de deux terrains consécutifs présenteraient des traces d'une pareille transformation. En examinant ces terrains dans leur ensemble, on verrait les espèces de l'un se mêler peu à peu à celles de l'autre ; les fossiles de la faune supérieure n'apparaîtraient d'abord qu'en très-petit nombre, puis leur proportion augmenterait successivement et finirait

par devenir dominante ; en sorte que depuis l'extrémité inférieure du dépôt le plus ancien jusqu'à la partie la plus élevée de celui qui lui est superposé, il y aurait une chaîne continue de passages zoologiques. Jamais on n'a observé rien de pareil ; les lignes de démarcation paléontologiques sont au contraire en général très-nettes. Il reste à expliquer comment elles se sont produites. On ne peut faire à ce sujet que l'une des trois suppositions suivantes :

Ou bien *aucune* des espèces du terrain le plus récent n'existait lorsque le terrain inférieur était encore en voie de formation ; dans ce cas il faut nécessairement admettre qu'elles ont été toutes créées dans l'intervalle de temps qui a séparé les deux dépôts.

Ou bien *un certain nombre*, plus ou moins considérable, de ces fossiles vivaient ailleurs avant que le terrain inférieur eût achevé de se déposer, et c'est par suite d'un déplacement qu'ils seraient venus se superposer à lui. A ce groupe de fossiles préexistants il se serait ensuite ajouté des espèces et même des genres nouvellement créés ; c'est leur ensemble qui composerait la faune supérieure.

Ou enfin *toutes* les espèces du terrain supérieur existaient avant sa formation, et la différence observée entre les deux faunes consécutives proviendrait uniquement d'un déplacement. Il est aisé de voir que si l'on adopte cette explication, on est conduit, en remontant de terrain en terrain, à n'admettre qu'une seule création au moment où la vie a fait son apparition sur la terre.

Nous désignerons d'une manière abrégée ces trois systèmes explicatifs par les noms de *créations totales successives*, de *créations partielles successives*, et de *création unique*.

Il convient de définir ces divers systèmes encore plus en détail, afin de les bien préciser, et surtout de faire ressortir

leurs conséquences relativement aux applications géologiques de la paléontologie.

Dans l'hypothèse des *créations totales successives*, on suppose que partout la faune d'un terrain a été créée après le dépôt des dernières couches du terrain précédent. On admet aussi que cette création n'a pas été restreinte à une classe particulière d'animaux, mais qu'elle a été universelle, en sorte que les révolutions du globe auraient fait *table rase* des êtres vivant à sa surface. Depuis longtemps ces idées théoriques sont généralement adoptées, au moins d'une manière implicite. Que l'on ouvre, en effet, un prodrome quelconque de paléontologie, on y verra pour chacune des formations principales du globe une longue suite de fossiles embrassant le règne animal entier, et il est bien entendu par l'auteur que tous ces fossiles, sauf peut-être quelques espèces rares et isolées, appartiennent à *une seule et même époque* géologique. Ce système sert de base aux théories paléontologiques exclusives, et, ainsi que nous le prouverons bientôt, il est le seul qui puisse se concilier avec elles. En l'adoptant, il devient très-vraisemblable (1) qu'une faune fossile est une unité chronologique; par suite, la similitude des restes organisés de deux groupes de couches est une raison suffisante pour qu'on leur assigne le même âge.

Dans le système des *créations partielles successives*, on rejette l'hypothèse d'un anéantissement complet des animaux dans l'intervalle de deux terrains; on admet seulement qu'il y a eu une destruction partielle des espèces, que par conséquent un certain nombre d'entre elles ont passé d'une époque géo-

(1) Nous disons *vraisemblable*, et non pas certain; car il n'est pas rigoureusement démontré que jamais la nature n'ait reproduit les mêmes formes animales à deux époques géologiques différentes. Nous n'en savons absolument rien.

logique à l'autre en se *déplaçant*. On suppose aussi que pour réparer ses pertes la nature a créé des êtres nouveaux, qui en s'ajoutant aux anciens ont maintenu la même quantité de vie dans le monde. Cette seconde partie de l'hypothèse est une conséquence nécessaire de la première ; car les circonstances physiques ayant changé à la surface de la terre, au point d'avoir déterminé l'extinction de certaines formes animales, on comprend bien que si les genres et les espèces décimés à chaque révolution du globe n'avaient pas été restaurés par des additions, leur nombre aurait été constamment en diminuant, et que très-probablement aucun être organisé n'aurait pu parvenir jusqu'à la période moderne. Les créations (1) partielles successives admises dans ce système ont été de deux sortes : les faunes survivantes se sont enrichies de nouveaux genres et de nouvelles espèces conformes au type déjà existant ; d'un autre côté, des animaux différents par leur organisation de ceux qui avaient vécu jusqu'alors ont fait pour la première fois leur apparition.

Il est essentiel de remarquer que le système des créations partielles est inconciliable avec les théories paléontologiques généralement admises. En effet, pour rapporter un terrain à un autre, on n'exige nullement que leurs fossiles soient tous identiquement les mêmes. On a assigné à chaque formation une faune générale en réalité *fictive*, car elle n'existe complète nulle part. Lorsqu'on rencontre dans une localité

(1) En nous servant du mot *création*, nous n'entendons nullement exclure l'hypothèse de la *transformation* des espèces, qui nous paraît au contraire vraisemblable. Il est difficile de croire, en effet, que la nature ait formé de toutes pièces un animal, lorsqu'un autre, qui en était très-voisin, existait déjà ; mais comme, dans notre opinion, une pareille transformation a exigé l'intervention directe de l'ouvrier suprême, elle est pour nous l'équivalent d'une création.

quelconque une *très-petite partie* de cette faune idéale, cela suffit pour que l'âge des couches soit irrévocablement fixé. Ainsi, la faune générale liasique se compose de 700 espèces environ ; qu'on en trouve seulement 15 à 20, ou même moins, dans un terrain, et ce sera du lias pour l'immense majorité des géologues (1), quand bien même les raisons stratigraphiques les plus décisives s'y opposeraient ; nous en citerons plus tard un exemple. Une pareille méthode de classer les couches est peut-être rationnelle dans l'hypothèse du renouvellement complet des animaux à chaque époque géologique, mais elle cesse de l'être s'il n'y a eu que des renouvellements partiels ; car alors deux fractions de la même faune générale ont pu appartenir à des époques séparées.

Le système d'une *création unique* s'éloigne du précédent en ce qu'on rejette l'apparition d'animaux nouveaux pendant les temps géologiques ; on suppose que tous ont été créés à la fois dès les premiers âges du monde. Pour expliquer comment il se fait que les espèces fossiles diffèrent en général de celles qui sont vivantes, on admet que des races entières ont complètement disparu par suite des révolutions du globe. L'influence de celles-ci sur les êtres organisés se serait donc bornée à des extinctions et à des déplacements. Il est évident que ce système, encore plus que le second, est en opposition avec les lois admises en paléontologie.

Les trois systèmes que nous venons de définir compren-

(1) Nous avouons sans détour, et sans aucun embarras, que la paléontologie exclusive, objet de notre critique, est adoptée, au moins pratiquement, à peu près par tous ceux qui s'occupent de géologie ; nous ajouterons, dût-on nous taxer de présomption, que cependant nous n'avons pas le moindre doute sur le triomphe définitif des principes que nous soutenons ; car ces principes ont pour eux la logique, et à la longue celle-ci l'emporte toujours.

nent toutes les hypothèses qu'il est possible d'imaginer pour expliquer la diversité des faunes fossiles de deux terrains consécutifs. Nous allons les discuter l'un après l'autre. Nous prouverons facilement que le premier et le troisième sont inadmissibles, d'où il résultera nécessairement que le second doit être adopté. Mais nous irons encore plus loin : nous montrerons que ce second système, celui des créations partielles combinées avec des déplacements, a en sa faveur des preuves directes, et qu'en tous points il s'accorde avec l'observation.

SYSTÈME DES CRÉATIONS TOTALES SUCCESSIVES.—L'idée de faire *table rase* de tous les êtres vivants à chacune des révolutions qui ont modifié la surface du globe est, à notre avis, une des plus extraordinaires qui soient jamais entrées dans la tête des géologues, et Dieu sait cependant combien de systèmes bizarres ont été enfantés par leur imagination féconde ! Le cachet le plus constant, le plus caractéristique de toutes les opérations de la nature est la liaison des phénomènes. Comment admettre alors ces renouvellements brusques et complets de tous les êtres animés, que l'on a comparés avec quelque raison aux changements à vue de nos décorations théâtrales ? Suivant Alcide d'Orbigny, ils auraient eu lieu *vingt-sept* fois depuis les premiers âges du monde ; mais tous les géologues n'admettent pas ce nombre *vingt-sept*. Il est clair, en effet, qu'en réunissant deux faunes particulières d'Alcide d'Orbigny pour en faire une plus générale, ou en subdivisant un de ses groupes jugé trop général pour en faire plusieurs faunes particulières, on peut à volonté augmenter ou diminuer le nombre des anéantissements complets suivis de résurrection que l'on impose à la nature. Cette faculté de fixer le nombre des créations totales, dont tout géologue peut user *à son gré*, n'est pas un des côtés les moins piquants de

cet étrange système. Nous n'aurons pas de peine à montrer qu'il ne repose sur rien de solide. Il n'est pas possible, en effet, d'alléguer en sa faveur d'autres raisons que, d'une part, l'existence des solutions de continuité paléontologiques entre les terrains, et de l'autre, la constance que les faunes fossiles présentent dans leur ordre de superposition. L'argument tiré des solutions de continuité paléontologiques ne vaut certainement rien, puisque ce n'est pas seulement par des créations sur place qu'on peut les expliquer, mais aussi par des déplacements analogues à ceux dont nous sommes encore les témoins (1). La prétendue constance dans l'ordre de superposition des fossiles n'est pas une raison meilleure. Un seul fait a été constaté jusqu'à présent, c'est que, sur un très-grand nombre de points, même à des distances considérables, les faunes principales se succèdent de la même manière. Doit-on conclure de là que ce mode de succession est une règle absolue, rigoureuse, ne souffrant jamais d'exceptions? Nullement, car il se pourrait que la véritable loi de la superposition des fossiles fût un certain ordre habituel, très-fréquent, qui cependant offrirait des inversions dans quelques cas particuliers. Cela est si peu impossible à priori, que l'ensemble des observations tend aujourd'hui à prouver que là est la vérité; nous en donnerons même bientôt les raisons théoriques. Nous ajouterons qu'eût-on reconnu partout un ordre stratigraphique invariable pour les faunes,

(1) Tout le monde connaît les moyens aussi ingénieux que multipliés employés par la nature pour étendre aussi loin que possible le cercle de l'habitation des espèces. Pour les êtres dépourvus d'organes de locomotion, les germes sont transportés par des courants, par des corps flottants, par le vent, quelquefois même par d'autres animaux qui, à leur insu, sont des agents de propagation.

ce ne serait pas une preuve de la vérité du système des créations totales. On conçoit très-bien, en effet, que sur une portion plus ou moins considérable de la surface terrestre, plusieurs faunes distinctes se soient succédé par l'effet de révolutions physiques, et qu'ailleurs, dans des localités préservées, les mêmes êtres organisés aient continué à vivre. Si l'on admet, en outre, qu'il n'y a pas eu de déplacements, et que les changements de fossiles se sont opérés par voie d'extinctions et de créations sur place, il est clair que dans ce cas on n'observera nulle part des inversions paléontologiques, et que cependant jamais les animaux n'auront été renouvelés tous à la fois. Si le système des créations totales n'est pas une conséquence de l'observation, peut-être a-t-il pour lui l'autorité de quelque grand naturaliste. De ce côté encore on arrive à un résultat négatif. Jamais une pareille idée n'est entrée dans l'esprit de Buffon. Il admet, au contraire, dans ses *Epoques de la nature*(1), que les animaux du Midi ont commencé par habiter le Nord; qu'ils ont été obligés de se déplacer par suite du refroidissement du globe; que plus tard les contrées septentrionales se sont peuplées d'animaux nouveaux pouvant supporter une température rigoureuse: c'est la théorie des *créations partielles successives*. On sait que Lamarck a soutenu un système diamétralement opposé à celui des renouvellements brusques; il supposait que l'organisation des êtres vivants avait été d'abord excessivement simple, puis qu'elle s'était perfectionnée lentement et d'une manière continue sous l'influence du temps et des habitudes. Cuvier est le premier qui ait fait ressortir l'importance des solutions de continuité paléontologiques. Il en a tiré cette conséquence fort juste, qu'en divers lieux des générations successives dif-

(1) Voyez la *Cinquième Époque*.

férentes ont caractérisé chacune des grandes époques géologiques. Mais de là à un changement complet des êtres organisés sur toute la surface de la terre, il y a bien loin. Non-seulement Cuvier n'a jamais adopté une pareille opinion, mais il en a exprimé une formellement contraire : « Au reste, « dit-il, lorsque je soutiens que les bancs pierreux contiennent les os de plusieurs genres, et les couches meubles ceux de plusieurs espèces qui n'existent plus, je ne prétends pas qu'il ait fallu une création nouvelle pour produire les espèces aujourd'hui existantes ; je dis seulement qu'elles n'existaient pas dans les lieux où on les voit à présent, et qu'elles ont dû y venir *d'ailleurs* (1). » Alexandre Brongniart, plutôt géologue que naturaliste, est sans contredit le savant qui a le plus contribué à donner de l'importance aux restes organisés pour la classification des couches ; il en avait fait lui-même plusieurs applications des plus heureuses, et de son temps aucune exception aux lois de la succession des fossiles dans le bassin de Paris n'avait encore été constatée. Il est donc peu étonnant qu'il ait placé le caractère paléontologique en première ligne. Mais, d'un autre côté, il était impossible qu'un esprit aussi judicieux ne mît pas quelque restriction à un pareil principe ; aussi s'est-il hâté d'ajouter : « sauf le cas de *superposition évidente*. » Il a même eu soin de faire imprimer cette restriction en lettres italiques et de la répéter deux fois dans son célèbre mémoire : *Sur les caractères zoologiques des formations* (2). Ainsi, cet illustre géo-

(1) *Recherches sur les ossements fossiles*, édit. de 1834, t. 1^{er}, p. 209. Il faut lire en entier ce passage dont nous ne citons qu'une petite partie ; on y verra la théorie des déplacements indiquée de la manière la plus nette et la plus explicite.

(2) *Annales des Mines*, 1^{re} série, tome vi, page 537.

logue prévoyait que dans certains lieux l'ordre de superposition des couches pourrait être en opposition avec les lois supposées de la succession des fossiles, et dans ce cas il n'hésitait pas à donner la préférence à la stratigraphie (1).

Il résulte de ce qui précède que le système des créations totales successives est très-invraisemblable; qu'il n'est pas une conséquence de l'observation, et que l'on ne peut invoquer en sa faveur l'autorité d'aucun grand naturaliste; ajoutons qu'il a contre lui les faits, ainsi que nous le prouverons bientôt. Ce système s'est cependant accrédité, parce que l'on s'est appuyé sur de fausses apparences et surtout sur des raisonnements inexacts (2): telle est, en effet, l'origine de

(1) Depuis Alexandre Brongniart, quelques géologues ont exprimé l'opinion qu'en cas d'opposition entre l'ordre des couches et celui des fossiles, il fallait donner la préférence aux indications fournies par ces derniers. D'autres, en plus grand nombre, ont prétendu, et même répété avec une certaine affectation, que l'on devait toujours tenir compte à *la fois* de la paléontologie et de la stratigraphie. Nous ferons observer que cette règle est impossible à suivre, puisque dans certains lieux les deux moyens de classification conduisent à des résultats contradictoires. Il faut bien alors faire un choix, et il ne saurait être douteux. Les lois assignées à la distribution des fossiles dans le sein de l'écorce du globe sont des *conceptions de notre esprit* qui varient à mesure que les observations géologiques deviennent plus nombreuses et qu'elles sont mieux interprétées. Les relations stratigraphiques des couches, une fois qu'elles ont été bien établies, sont des *faits* qui subsistent toujours et qu'il ne dépend pas de nous de modifier. Or, de notre temps, c'est avec des faits et non pas des idées hypothétiques que l'on édifie une science.

(2) Pour soutenir l'hypothèse des créations totales, on a dit souvent qu'avant telle ou telle époque géologique on ne voyait aucune trace des fossiles appartenant à cette époque. On a demandé, par exemple, où étaient les fossiles du lias avant l'époque liasique. Certes, il serait difficile qu'on pût en trouver hors de ce qu'on appelle le lias, puis-

toutes nos erreurs. Par suite de la tendance de l'esprit humain à tirer des conséquences générales, on a adopté les théories paléontologiques de Cuvier et de Brongniart, en oubliant leurs sages réserves; d'un autre côté, on a faussement interprété les variations brusques des faunes fossiles d'un terrain à l'autre, ainsi que la constance supposée sans exception de leur ordre stratigraphique. Une fois que l'hypothèse du renouvellement total des faunes a eu jeté des racines assez profondes pour être reçue comme un principe qui va de lui-même, qui n'a pas besoin d'être discuté ni examiné; en un mot, lorsque cette hypothèse est devenue un *préjugé*, elle a régné en souveraine et a bravé toutes les attaques. Il est donc peu étonnant qu'elle compte aujourd'hui de chauds partisans, et il est même probable qu'il en sera encore ainsi pendant de longues années. Au nombre des causes qui contribueront à la maintenir en faveur, il en est une très-influente que nous croyons devoir signaler : c'est la commodité extrême des doctrines paléontologiques qui en sont la conséquence. Tous ceux qui se sont occupés de géologie savent quelle peine il faut se donner pour déterminer la position relative des terrains, surtout dans les pays de montagnes. On ne peut espérer d'arriver à des résultats satisfaisants qu'au prix des plus grandes fatigues, en voyant et en revoyant les lieux avec une attention scrupuleuse et en n'épargnant rien pour éclaircir le moindre doute. La paléontologie, telle qu'on la pratique généralement, a supprimé toutes ces difficultés. Au coin de son feu, entouré de fossiles, un savant peut fixer l'âge des couches dans les deux hémisphères. Si l'on a publié

qu'on a donné ce nom à *toutes* les couches qui renferment des fossiles dits liasiques. Le cercle vicieux est évident, et il est vraiment étonnant qu'on n'ait jamais pu en sortir.

des observations stratigraphiques en opposition avec sa classification, il en est peu embarrassé; il les *rectifie* dans son cabinet. Combien de mémoires géologiques ont été composés sans autres données que des coquilles? Lorsque les auteurs ne peuvent eux-mêmes en déterminer les espèces, ils les envoient à Paris, où, d'après l'examen d'une collection, on nomme sans hésiter le terrain, l'étage, l'assise et la fraction d'assise, auxquels on doit rapporter des couches fossilifères quelconques. Lorsque ces couches ont été classées d'une manière aussi précise, le mémoire est fait; il ne reste plus qu'à y ajouter des coupes stratigraphiques *en harmonie* avec la classification adoptée, et l'on en met beaucoup, car elles coûtent peu (1). Nous croyons que de longtemps on ne voudra renoncer à cette géologie simplifiée qui satisfait tant de monde, et nous comprenons sans peine que l'on ait traité de *subversives* les opinions qui tendent à changer un état de choses aussi heureux.

SYSTÈME DES CRÉATIONS PARTIELLES SUCCESSIVES. — Cette seconde manière d'expliquer les solutions de continuité paléontologiques suppose qu'en général il y a eu à la fois des déplacements et des créations. Elle concilie la continuité de la vie avec les destructions d'espèces, qui ont dû être inévitables à la suite des grands changements physiques survenus à la surface de la terre. Elle n'a rien que de très-vraisemblable, même en supposant que ces changements physiques ont été

(1) Ces coupes, présentant un accord *parfait* entre l'ordre des couches et les lois assignées théoriquement à la succession des fossiles, n'ont pas peu contribué à accréditer l'idée que celles-ci étaient sans exception. Il est donc naturel que beaucoup de paléontologistes zélés considèrent ces lois comme des axiomes, et nous leur pardonnons bien volontiers le mouvement d'indignation qu'ils ont quelque peine à réprimer à la seule pensée qu'elles sont révoquées en doute.

universels. En effet, les principales conséquences des révolutions du globe peuvent être résumées de la manière suivante : 1° des sols émergés depuis un temps plus ou moins long ont été envahis par la mer ; 2° des fonds de mer sont devenus des terres sèches ; 3° des terres sèches sont restées telles, sauf des variations dans leur altitude ; 4° des parties du globe couvertes par la mer ont continué à y être ensevelies, sauf des variations dans la profondeur des eaux. On comprend sans peine que la faune des contrées atteintes par une immersion ou une émergence a dû disparaître, mais on ne voit pas pourquoi les localités qui ont continué à appartenir à la terre ferme ou à la mer auraient vu périr tous leurs habitants. Si l'état physique de ces lieux a été modifié, cela n'a été que d'une manière secondaire, et les espèces qui y vivaient ont pu en se déplaçant, peut-être même sans s'éloigner beaucoup, retrouver toutes les conditions nécessaires à leur existence.

Il ne suffit pas qu'un système scientifique soit vraisemblable pour être adopté, il faut encore qu'il soit confirmé directement par l'observation. Celui des créations partielles successives jouit de cet avantage décisif. Son trait distinctif est d'admettre que les mêmes faunes (augmentées ou diminuées d'un certain nombre d'espèces) ont été communes à plusieurs époques géologiques. Or cela est prouvé par deux sortes de faits : d'abord par les inversions ou les intercalations dites anormales que l'on observe quelquefois dans la succession des fossiles, puis par les liaisons stratigraphiques que présentent des faunes immédiatement superposées, quoique théoriquement il y ait entre elles une lacune paléontologique. Nous allons préciser ces deux genres de faits, montrer leurs conséquences, et rappeler en peu de mots les observations sur lesquelles ils sont fondés.

Soit a et b deux faunes distinctes sous le rapport zoologique. Si l'on rencontre dans une localité la succession $a b$, et ailleurs la succession $b a$ (la première lettre désigne la faune inférieure), on doit en tirer la conséquence que ni l'une ni l'autre ne caractérisent une époque géologique. En effet, pour expliquer les deux superpositions contradictoires, il faut évidemment admettre que, pendant une première époque, les deux groupes d'animaux ont existé simultanément dans des lieux séparés; que, pendant une seconde, ils ont continué à vivre, mais en changeant d'habitation : de telle sorte que les uns sont allés s'établir sur les points où les autres avaient laissé précédemment leurs dépouilles, et réciproquement. Si, au lieu de deux superpositions en sens inverse, l'on avait observé quelque part l'intercalation de l'une des faunes, de a par exemple, dans le sein de l'autre b , il est clair que l'on arriverait encore à cette conclusion, que a et b ont été nécessairement contemporains. Les superpositions en sens inverse et les pénétrations mutuelles de faunes distinctes, d'abord niées avec opiniâtreté, ont depuis peu été reconnues sur tant de points et par tant d'observateurs divers, que l'on n'est plus admis à les contester. Nous nous contenterons de rappeler les faits suivants. Sur trois points, aux environs de Prague, des groupes de fossiles du terrain silurien supérieur sont intercalés dans l'inférieur (1). En Espagne, dans la chaîne cantabrique, la faune nommée *primordiale* (sans doute par antiphrase) alterne avec celle du terrain dévonien (2). A Erbray (Loire-Inférieure), le même banc calcaire renferme, suivant les lieux, les fossiles du dévonien

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2^e série, tome VIII, page 150 ; tome IX, page 368 ; tome XVII, page 602.

(2) *Idem*, tome XVII, page 516.

inférieur, ou ceux du silurien supérieur (1). A Ausseing (Haute-Garonne), on a découvert dans le sein du terrain nummulitique une faune d'Echinodermes d'espèces crétacées (2). A Vermanton, dans le département de l'Yonne, les fossiles coralliens sont inférieurs à ceux de l'oxford-clay (3). Dans le Dauphiné, la faune callovienne est superposée à l'oxfordienne (4). On voit dans le département de l'Isère, au rocher d'Aisy, une faune callovienne bien caractérisée intercalée dans le sein de couches qui ne renferment que des fossiles néocomiens (5). Dans la vallée d'Entremont, en Savoie, ce sont les coquilles de la craie blanche qui se trouvent placées entre deux faunes néocomiennes (6). Nous croyons que bientôt on pourra citer un grand nombre d'autres faits de ce genre, car depuis quelques années on commence à les observer et à les publier. Auparavant on les rejetait tous comme impossibles (7).

Une autre preuve que des groupes de fossiles superposés dans certains lieux ont été cependant contemporains pendant

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, tome xviii, page 330.

(2) *Idem*, tome x, page 518, et tome xiii, page 355.

(3) *Idem*, tome x, page 485.

(4) *Idem*, tome xiv, page 576.

(5) Voyez la note page 102 de cet ouvrage.

(6) *Annales des Mines*, année 1860, tome xviii, page 17.

(7) Aux citations ci-dessus nous ajouterons celle du résultat des recherches de M. Albert Gaudry à Pikermi, dans l'Attique. Il existe dans cette localité des alluvions anciennes torrentielles rapportées au terrain tertiaire supérieur, mais qui, d'après leurs caractères, pourraient bien être quaternaires. Elles renferment des restes de Mammifères offrant une identité ou une analogie complète avec des espèces que, jusqu'à présent, on avait crues exclusivement miocènes. Voyez le rapport de M. d'Archiac, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, tome liii, page 816.

un temps plus ou moins long, est tirée de la liaison qu'offrent souvent les couches, malgré des lacunes paléontologiques. Soit $a b c$ une série de trois faunes fossiles correspondant dans une certaine localité à trois époques bien distinctes. Supposons qu'ailleurs on rencontre la succession immédiate $a c$, et que, de plus, en examinant avec soin la ligne de jonction des couches qui renferment les fossiles a et c , on reconnaisse à leur liaison stratigraphique qu'elles n'ont été séparées ni par des dislocations, ni par une émerision du sol, ou, en d'autres termes, que le phénomène de la sédimentation n'a jamais été interrompu dans le passage des unes aux autres; il est évident qu'un pareil fait ne pourra être expliqué que d'une seule manière: il faudra que la succession $a b c$ des faunes dans la première localité ait eu pour correspondance chronologique dans la seconde $a a c$, ou bien $a c c$, c'est-à-dire que a ou c aient été contemporains de b (1). Il nous reste à ajouter que, lorsqu'il y a eu émerision du sol dans l'intervalle de deux dépôts, on le reconnaît facilement, soit à l'interposition de couches d'eau douce, soit aux érosions et aux inégalités de toute espèce dont la surface émergée a dû être nécessairement affectée pendant le temps qu'elle est restée exposée aux agents extérieurs de dégradation. La liaison stratigraphique de terrains renfermant des faunes théoriquement non consécutives s'observe fréquemment, même sur de vastes espaces. Ainsi, dans toute l'étendue des Alpes françaises, le néocomien inférieur repose en stratification concordante sur l'oxfordien, le callovien ou le coral-rag, et nulle part on ne voit la moindre trace d'une émerision du sol

(1) Pour échapper à ce raisonnement, il faut supposer que le joint de deux couches en stratification concordante peut représenter toute une époque géologique. Cela est peu vraisemblable.

entre les deux dépôts. De même aussi, dans le Dauphiné, l'oxfordien succède souvent au lias sans qu'il y ait aucun vestige des étages intermédiaires; et cependant la liaison des couches est telle, qu'évidemment toutes ont été déposées d'une manière continue dans le sein de la même mer.

D'après l'ensemble des faits et des raisonnements précédents, on voit que dans beaucoup de cas des faunes fossiles distinctes, que l'on a cru généralement avoir vécu l'une après l'autre, ont été au contraire contemporaines et n'ont éprouvé que des déplacements. S'il en a été ainsi, il s'élève une difficulté qu'il est important d'examiner et de résoudre. En admettant que deux faunes *a* et *b*, après avoir existé simultanément dans des lieux séparés et y avoir laissé leurs dépouilles, ont continué à vivre pendant une seconde époque, en changeant seulement d'habitation, il semble que la superposition de *a* sur *b* aura dû en général se réaliser aussi souvent que celle de *b* sur *a*. Cette observation étant applicable à toutes les faunes contemporaines que l'on suppose avoir prolongé leur existence à travers les temps géologiques, il en résulte qu'au lieu d'un ordre stratigraphique habituel, tellement fréquent qu'on l'a cru longtemps sans exception, les fossiles devraient offrir dans leur succession un pêle-mêle des plus confus. Cette difficulté est plus apparente que réelle; elle peut être levée facilement et d'une manière plausible, en admettant qu'autrefois, à chaque époque géologique, il y a eu à la surface de la terre, ou sur une portion notable de cette surface, une *faune dominante* (1), c'est-à-dire beaucoup plus étendue géographiquement que les autres. Une pa-

(1) Conformément à une observation que nous avons faite plus haut en parlant de l'influence des phénomènes géogéniques sur la distribution des fossiles, l'existence d'une *faune dominante*, propre à chaque

reille supposition est vraisemblable à priori. D'après une loi sur laquelle nous avons insisté en commençant, il y a toujours eu une liaison étroite entre la spécialité des conditions physiques extérieures et celle des êtres vivants. Or, les phénomènes géogéniques qui ont accompagné les bouleversements du globe, ayant eu une grande généralité et ayant varié en outre dans leurs effets et même dans leur nature d'une époque à l'autre, il est probable qu'il y a eu, après chaque révolution, un état physique dominant sur la terre, différent de ceux qui avaient régné jusqu'alors. Nous allons essayer de prouver qu'avec cette hypothèse on concilie le système des déplacements avec tous les faits paléontologiques connus. Nous continuerons à nous servir de signes, pour plus de clarté et de précision.

Nommons A, B, C, D, une série d'époques géologiques dont A est la plus ancienne, et *a, b, c, d*, des groupes distincts de fossiles que nous supposons avoir vécu simultanément pendant ces époques, sauf que la faune *a* a été dominante pendant l'époque A, la faune *b* pendant l'époque B, et ainsi de suite. Il est d'ailleurs entendu qu'en passant de l'une de ces époques à la suivante, les faunes *a, b, c, d*, ont pu perdre et acquérir un certain nombre d'espèces, conformément à l'hypothèse des destructions et des créations partielles. Cela posé, l'état zoologique du globe pendant les époques A—B—C—D aura pour expression : *a, a, a, a, a, a, b, c, d* — *b, b, b, b, b, b, c, d, a* — *c, c, c, c, c, d, b, a* — *d, d, d, d, d, d, c, b, a*. Dans ces formules, les lettres qui se suivent ne représentent pas des fossiles superposés, mais juxtaposés, en sorte que la

époque géologique, est surtout manifeste avant la période tertiaire. Après, elle devient moins nette. Aujourd'hui, si l'on embrasse la surface terrestre dans son ensemble, il n'y a plus que des faunes locales extrêmement multipliées.

fréquence d'une lettre est proportionnelle à l'étendue géographique de la faune dont elle est l'expression (1). Supposons que ces divers groupes d'animaux aient laissé des traces de leur existence dans les lieux qu'ils ont habités, puis qu'un géologue vienne explorer les contrées, où ces restes organisés auront été enfouis. Il est aisé de voir que si cet observateur étudie leur ordre de superposition, il rencontrera presque partout la série ascendante $a b c d$, composée des faunes principales. Cet ordre sera d'autant plus fréquent que les fossiles dominants auront occupé plus d'espace relativement aux autres. Cependant, si le géologue que nous mettons en scène multiplie ses recherches, il finira par découvrir des superpositions en sens inverse, par exemple : $b a$ au lieu de $a b$. En effet, dans le passage de l'époque A à B, la faune a n'ayant pas été anéantie, mais seulement réduite dans son extension, il aura pu arriver que quelques-uns de ses membres soient allés habiter les lieux peuplés autrefois par la faune b et par conséquent se placer au-dessus; mais ce cas, on le comprend, sera véritablement exceptionnel, parce que les points occupés par la faune b pendant l'époque A et ceux où se seront transportés les animaux a pendant l'époque B étant peu nombreux, leur coïncidence sera très-rare. On pourra rencontrer aussi la succession $a c$, dans le sein de couches souvent intimement liées entre elles parce qu'elles auront appartenu à deux époques consécutives. Cette superposition sera même beaucoup plus fréquente que $b a$, surtout si, pendant l'épo-

(1) Pour plus de simplicité, nous avons admis la même extension pour toutes les faunes non dominantes. Il est évident qu'en général il n'en a pas été ainsi. Nous avons également fait abstraction des extinctions complètes de certains groupes d'animaux et de l'apparition d'autres entièrement nouveaux, qui ont accompagné les révolutions géologiques.

que B, la faune *c* a été la plus répandue après *b*. On doit admettre, à cause de la transition ménagée des phénomènes de la nature, qu'en général deux états physiques dominants sur la surface du globe ont offert plus de ressemblance quand ils ont été consécutifs que lorsqu'ils ont été séparés par un long intervalle de temps. Le même fait a dû se produire pour les faunes dominantes correspondantes. Ainsi, parmi les groupes de fossiles à formes diverses, qui ont été contemporains pendant plusieurs époques géologiques, ceux dont la ressemblance était la plus grande ont dû se succéder immédiatement comme faune principale. Cela est entièrement conforme à l'observation. On prévoit cependant une exception : c'est dans le passage d'une grande période à une autre ; car alors les modifications extraordinaires survenues à la surface de la terre ont pu permettre l'extension de faunes entièrement différentes de celles qui avaient dominé auparavant. Cela est encore vrai. Ainsi que nous l'avons annoncé, le système des déplacements, combiné avec celui d'une faune principale à chaque époque géologique, explique tous les faits jusque dans leurs moindres détails.

Dans le système que nous exposons, on n'admet pas seulement des déplacements, mais aussi des créations partielles d'animaux nouveaux. Comment s'est opéré un pareil phénomène ? Quels ont été les lieux privilégiés choisis pour ces manifestations merveilleuses du principe qui anime le monde ? Et, ce qui est encore plus inconcevable, pourquoi certaines conditions physiques ont-elles coïncidé avec l'apparition de telle espèce animale plutôt que de telle autre ? On comprend que nous ne chercherons pas à sonder de pareils mystères. Nous ferons seulement remarquer que, quelque incompréhensibles qu'ils soient, il faut bien les admettre ; autrement on tomberait dans l'hypothèse d'une création unique, qui soulève des

difficultés encore plus grandes, puisque ce sont des contradictions avec l'observation.

SYSTÈME D'UNE CRÉATION UNIQUE. — Ce système a été soutenu par l'un de nos plus savants zoologistes, Ducrotay de Blainville, et a obtenu l'adhésion d'un autre naturaliste non moins éminent, M. Flourens (1). On peut, en effet, alléguer en sa faveur des raisons théoriques très-spécieuses. Si l'on réunit les anciens animaux à ceux du monde actuel, on remplit les lacunes que ces derniers présentent dans leur ensemble sous le rapport de l'organisation; on obtient l'*unité du règne animal*. « Il n'y a pas un double règne animal, dit M. Flourens (2) : un règne fossile et un règne vivant. Chacun d'eux, pris isolément, n'est qu'une partie de l'autre; réunis, ils font un tout complet. Ils s'adaptent et s'ajustent l'un à l'autre, exactement comme les parties arrachées d'un bas-relief trouvent leur place dans une restauration du bas-relief entier. » N'est-il pas vraisemblable que ces deux moitiés, qui s'adaptent si bien, ont été créées ensemble? D'un autre côté, en plaçant à l'origine de la vie sur notre globe l'apparition de tous les animaux, on se soustrait à la nécessité de faire intervenir très-souvent, et presque d'une manière continue, une puissance créatrice dont les manifestations sont aujourd'hui complètement éteintes (3). Ce sont

(1) *Ontologie naturelle*, 43^e leçon.

(2) *Idem*, page 316.

(3) Nous ferons au sujet de cette objection l'observation suivante. Autrefois, lorsque la croûte du globe n'était pas stable et que des exhaussements ou des abaissements fréquents dans le niveau des mers, joints à des phénomènes éruptifs très-variés, modifiaient sans cesse les conditions physiques de sa surface, il a fallu nécessairement que le règne animal fût *flexible* dans son organisation; autrement toutes les espèces auraient disparu peu à peu jusqu'à la dernière, en

là sans doute des raisons d'un grand poids. Cependant ellès s'effacent devant une considération décisive à l'époque où nous vivons : le système d'une création unique ne s'accorde pas avec les faits. Si les animaux qui peuplent maintenant le monde avaient toujours existé, comment n'en trouverait-on pas des restes dans les terrains anciens? On répond à la vérité que les trois quarts du globe sont couverts par la mer, et pour cette raison inaccessibles à nos recherches. Mais nous ferons observer que les faunes aujourd'hui vivantes sont répandues sur toute la terre, et que leur dispersion est même une conséquence nécessaire de leur organisation. Pourquoi n'en aurait-il pas été de même autrefois? D'ailleurs, dans l'hypothèse d'une création unique, on ne peut expliquer les variations brusques des restes organisés dans la série des terrains qu'en admettant des déplacements qui ont dû être très-nombreux. On ne voit pas alors ce qui aurait empêché les espèces actuelles de se déplacer comme les autres, et de venir des contrées maintenant couvertes par l'Océan dans celles qui sont à sec, où nous les observerions à l'état fossile. Une autre raison s'ajoute aux précédentes. Il est certain qu'aux premiers âges du globe, l'état physique de sa surface ne ressemblait nullement à ce qu'il est aujourd'hui.

vertu de la grande loi qui fait dépendre les formes de la vie des circonstances extérieures. Aujourd'hui que la terre est arrivée à un état d'équilibre qui paraît devoir durer indéfiniment, il n'est pas étonnant que les êtres organisés soient parvenus de leur côté à la stabilité. Nous ne voyons dans la concordance de ces deux faits qu'un exemple de plus de l'harmonie universelle. La même cause, quelle qu'elle soit, qui a établi l'accord que nous admirons entre les organes des animaux et la nature du milieu où ils sont appelés à vivre, a voulu aussi qu'il y eût en tout temps un accord non moins parfait entre le règne animal pris dans son ensemble et le monde purement matériel.

d'hui. On ne peut donc supposer, sans contredire la loi des influences extérieures, que les animaux actuels aient pu vivre à cette époque. La plupart de nos espèces ne sont pas susceptibles d'acclimatation, il leur faut absolument leur sol natal sans le moindre changement. Où l'auraient-elles trouvé, il y a quelques millions d'années? Nous n'insisterons pas davantage sur les difficultés d'admettre une création unique. Ce système n'a pas eu beaucoup de partisans parmi les naturalistes, et nous croyons qu'il n'en a jamais compté parmi les géologues.

LONGÉVITÉ DES FAUNES FOSSILES. — DIGRESSION RELATIVE AUX ALPES ANTHRACIFÈRES. — Il y a des géologues qui rejettent comme nous la supposition qu'entre chaque terrain il y a eu un renouvellement complet des animaux; mais, afin d'atténuer autant que possible les conséquences de cette concession, ils établissent comme une *loi* (on sait maintenant la valeur du mot *loi* quand les paléontologistes exclusifs s'en servent) qu'une faune n'a été commune à deux époques géologiques que lorsque celles-ci ont été consécutives; que *jamais* elle n'a pu s'étendre ni en deçà ni au delà. Ce qui frappe d'abord dans l'énoncé de cette prétendue loi est son arbitraire pur. Il nous semble que les conceptions métaphysiques, les systèmes *a priori*, ont produit assez de mécomptes en géologie pour qu'on dût en être dégoûté. C'est à l'observation, et à l'observation seule, qu'il appartient de décider quelle a été la longévité d'une faune, ou, en d'autres termes, quel temps s'est écoulé entre sa naissance et son extinction. Or, plusieurs faits sont en opposition avec l'idée d'une longévité toujours restreinte. En Espagne, on voit un groupe de fossiles, placé ordinairement à la base du terrain silurien, remonter jusque dans le dévonien. Dans les Alpes, les fossiles néocomiens font leur apparition dès l'époque juras-

sique, et se montrent encore dans la partie la plus élevée de la série crétacée. Mais de tous les exemples d'une longévité étendue, le plus remarquable sans contredit est celui qu'offre une portion de la faune liasique, dont la naissance paraît dater des temps paléozoïques les plus reculés (1). On observe, en effet, cette faune dans les Alpes, à la base d'un puissant système de couches à anthracite, dont les traits principaux sont d'une formation très-ancienne et dont l'assise la plus élevée ressemble parfaitement à un terrain houiller. Comme la constitution géologique de cet ensemble de couches est de tous les faits connus celui qui donne le plus éclatant démenti aux lois adoptées par les paléontologistes exclusifs, et que, d'un autre côté, on n'a rien épargné pour l'obscurcir, nous allons en parler en tâchant de rendre cette digression aussi courte que possible. Ce sujet est d'ailleurs intimement lié à celui que nous traitons.

Les excellentes observations de M. Élie de Beaumont et de plusieurs autres géologues, celles que nous avons faites nous-même, pendant fort longtemps, dans toute l'étendue de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais, prouvent que cette partie des Alpes est formée d'un système de couches bien stratifiées, distinctement superposées les unes aux autres, dont la puissance énorme n'est comparable qu'à celle des formations paléozoïques. Il se divise naturellement en deux grands terrains, que dès l'année 1844 (2) nous avons

(1) Nous rappellerons que les coquilles trouvées dans le sein du système anthracifère alpin ne sont qu'une très-petite fraction de la faune liasique prise dans son ensemble. On n'y a jamais rencontré la *Griphée arquée*, espèce universellement répandue dans le vrai lias, soit des Alpes, soit des autres pays.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome I, 2^e série, page 701.

distingués par les épithètes d'*inférieur* et de *supérieur*. Le terrain inférieur est essentiellement composé de roches schisteuses, souvent cristallines, dans le sein desquelles on rencontre, dans quelques localités, des Bélemnites et des Ammonites d'espèces propres au lias. Sur un point, à Petit-Cœur, les schistes à Bélemnites alternent positivement avec des grès anthracifères remplis d'empreintes végétales houillères. Ce terrain schisteux, dont l'épaisseur moyenne est de plusieurs milliers de mètres (dans le Queyras, au Mont-Cenis, etc.), occupe un espace immense : on peut le suivre dans toute l'étendue des Alpes, où il accompagne constamment les roches cristallisées avec lesquelles il alterne souvent. Il a formé les parois d'un *bassin* dans l'intérieur duquel s'est déposé le terrain anthracifère supérieur. Celui-ci présente à sa base et dans sa partie moyenne de grandes assises de calcaire compacte ou grenu, alternant avec des quartzites, des grès anthraciteux, et même quelquefois des roches cristallines métamorphiques. On trouve des coquilles liasiques dans les calcaires et des empreintes végétales carbonifères dans les grès. Le terme le plus élevé de la série est composé de grès quartzeux micacés, de poudingues, de schistes argileux et de restes de végétaux identiques avec ceux d'un vrai dépôt houiller. Le terrain anthracifère supérieur forme une zone continue, dirigée à peu près du nord au sud, au centre des Alpes les plus élevées du Dauphiné et de la Savoie. A l'est et à l'ouest de cette zone, il y a une bordure plus ou moins large du terrain anthracifère inférieur dont les couches s'appuient d'un côté sur les roches cristallisées, et de l'autre s'enfoncent sous le groupe des calcaires et des grès supérieurs. Telle est, en peu de mots, la constitution géologique du système anthracifère alpin. Elle résulte d'observations positives, très-nombreuses, toutes concor-

dantes entre elles ; on l'a établie sans se préoccuper d'aucune idée théorique , ou plutôt *malgré* les idées théoriques dominantes ; on n'y aurait jamais songé sans l'évidence des faits. Si pour classer l'ensemble de ce dépôt on fait abstraction des coquilles, il est naturel de rapporter au terrain silurien les couches schisteuses de la base , qui sont remarquables par leur énorme puissance, leur texture parfois cristalline et leur liaison souvent intime avec les roches cristallisées ; de voir le dévonien et le carbonifère dans les calcaires grenus et les grès anthraciteux de la partie moyenne ; enfin, d'assimiler au terrain houiller proprement dit l'assise supérieure, puisqu'elle n'en diffère sous aucun rapport. On trouve alors dans les Alpes tous les membres de la série paléozoïque que l'on s'étonnait à juste titre de ne pas y voir. Mais supposons qu'au lieu de baser la classification des couches anthracifères sur l'ensemble des caractères géologiques et sur la présence des plantes propres aux terrains anciens, on ne veuille avoir égard qu'aux coquilles, on tombe alors dans des difficultés inextricables et véritablement insolubles ; car on ne peut pas sortir de l'alternative, ou de rapporter au lias, et rien qu'au lias, une immense série de couches d'aspect paléozoïque, couronnée par un véritable terrain houiller, ou bien, au mépris des faits stratigraphiques les plus clairs, *qui se répètent à chaque pas*, de placer *dessous* ce qui est *dessus*, et réciproquement (1).

(1) Même en changeant l'ordre des superpositions, on ne lève pas toutes les difficultés ; car, par l'ensemble de leurs caractères minéralogiques, leur puissance prodigieuse et leurs relations stratigraphiques, les couches à Bélemnites situées à la base du système anthracifère se distinguent du vrai lias. A Laffrey (Isère), on observe entre elles et le

La constitution géologique du terrain à anthracite heurtait trop violemment toutes les idées que l'on s'est faites de la succession des êtres organisés pour être acceptée : elle a été rejetée à peu près universellement. On a supposé vaguement dans cette partie des Alpes des renversements de montagnes, des bouleversements mystérieux, des accidents stratigraphiques secrets et inexplicables, qui auraient produit des apparences trompeuses (1). Il est évident qu'une incrédulité ainsi formulée n'a pas d'autre base que les préjugés paléontologiques eux-mêmes.

INFLUENCE FACHEUSE DES THÉORIES PALÉONTOLOGIQUES EXCLUSIVES.— Lorsqu'on a parlé pour la première fois de quelques inversions de faunes coquillières inconciliables avec les idées paléontologiques dominantes, des hommes profondément versés dans la connaissance des fossiles, et accoutumés depuis longtemps à s'en servir exclusivement pour la classification des couches, ont prétendu que si les inversions annoncées étaient vraies, la géologie allait être replongée dans la confusion d'où la paléontologie l'avait tirée. En admettant qu'une pareille opinion fût fondée, ce ne serait certes pas une raison pour rejeter des faits exacts ; mais il faudrait dé-

calcaire à Griphées une des discordances de stratification les plus nettes et les plus larges qu'il y ait dans les Alpes ; elle indique clairement deux époques géologiques distinctes.

(1) Ces hypothèses ont été renouvelées tout récemment avec beaucoup de persistance et de bruit, à propos de la découverte d'un gîte de Nummulites dans la Maurienne. On a donné cette découverte comme une preuve que les couches anthracifères avaient subi des inversions ; mais cette prétendue preuve, examinée de près, se réduit à un *raisonnement inexact*. Voyez à ce sujet l'APPENDICE placé à la suite de notre note.

plorer des vérités devenues funestes à la plus philosophique et la plus attrayante des sciences. Heureusement on peut se rassurer. La géologie ne périra pas, parce qu'à l'avenir, pour résoudre le problème difficile du parallélisme des terrains, on ne s'attachera pas uniquement à la considération des coquilles, et que l'on aura recours à toutes les ressources que nous offre l'observation. Nous croyons même que cette science, replacée alors sur ses véritables bases, et affranchie d'idées systématiques qui ont exercé sur elle une véritable tyrannie, verra tomber un obstacle à ses progrès. Nous allons essayer de le prouver en montrant que les théories paléontologiques exclusives ont eu une influence fâcheuse, qu'elles ont été une espèce de lit de Procruste sur lequel on a étendu tous les faits, en les torturant et les mutilant pour les y adapter.

Ces théories ont d'abord été nuisibles à la paléontologie elle-même. Il y a des savants qui, avant de nommer le fossile qu'on leur présente, commencent par s'enquérir du terrain d'où il provient : ce ne sont plus les caractères zoologiques, mais le gisement, qui décident de l'espèce à laquelle on doit rapporter une coquille. Lorsque les terrains ont servi à nommer les fossiles, ceux-ci servent à leur tour à classer les terrains, sans qu'il vienne à l'esprit de ceux qui emploient une pareille méthode qu'elle n'est pas des plus rationnelles. D'après une opinion très-répondue, que nous partageons complètement, lorsqu'on aura cessé de prendre le gisement en considération pour les déterminations zoologiques des anciens êtres organisés, leur division en espèces subira de grandes réformes (1).

(1) Alcide d'Orbigny était tellement convaincu du renouvellement complet des êtres vivants après chaque perturbation du globe, que,

Mais c'est surtout l'exactitude des observations stratigraphiques qui a eu à souffrir de l'influence de la paléontologie exclusive. Une fois qu'il a été généralement admis que telle faune devait être partout supérieure à telle autre, c'est en vain qu'on a vu le contraire, et qu'on l'a même vu avec évidence : on a refusé d'en croire ses yeux ; on a préféré supposer que l'ordre naturel des couches avait été interverti par des *bouleversements occultes*. On doit donner ce nom à des accidents de stratification dont il n'existe aucune preuve, aucun indice même, à la surface du sol, et que l'on introduit néanmoins dans les coupes, afin de disposer les superpositions conformément aux exigences de la théorie. Ainsi, quelle que soit la régularité de succession d'un système de couches se recouvrant les unes les autres, on interrompt brusquement leur continuité en figurant une faille. On suppose des plissements dans le sein de la terre, où personne ne peut aller les vérifier ; on en suppose aussi à l'extérieur, mais en faisant alors intervenir une dénudation qui a si bien enlevé l'inflexion des strates qu'il n'en est plus resté de traces. A l'aide de ces artifices, on change à volonté les relations mutuelles des terrains. Nous verrons plus tard que l'on a fait une application de cette méthode au système anthracifère de la Savoie. Mais on ne s'est pas borné à cette contrée : partout, dans les Alpes, on a torturé les couches de mille manières. Il

suivant lui, si des fossiles, séparés par un intervalle de plusieurs étages géologiques, offraient néanmoins des formes complètement identiques et reconnues telles après *l'analyse la plus scrupuleuse*, ce ne serait pas une raison pour les rapporter aux mêmes animaux ; il faudrait plutôt admettre des différences devenues pour nous inappréciables : (*Prodrome de paléontologie*, introduction, page 38.) On voit jusqu'où les préjugés paléontologiques ont pu entraîner l'un de nos savants les plus recommandables.

le fallait bien ; car, plus que toute autre, cette chaîne de montagnes refuse énergiquement de se courber sous le niveau paléontologique.

Si des géologues cherchent à expliquer par des bouleversements occultes les inversions des faunes fossiles, il en est d'autres qui ne se donnent pas tant de peine ; ils rejettent indistinctement tous les faits de cette nature, en se contentant de dire qu'ils sont contraires aux lois *bien connues* de la succession des êtres organisés. Cette opposition systématique est un des traits les plus caractéristiques de la paléontologie exclusive.

L'idée profondément enracinée que l'horizon des fossiles s'étendait indéfiniment a fait croire qu'une formation devait présenter partout les mêmes caractères paléontologiques, non pas seulement dans ses grandes assises, mais jusque dans ses plus petites subdivisions. C'est à peine si l'on commence aujourd'hui à tenir compte des influences locales. Ainsi beaucoup de géologues, après avoir étudié quelque part un terrain jurassique, croient n'avoir rien fait s'ils n'y ont découvert le *bradford-clay*, le *forest-marble* et le *cornbrash*. Le moindre débris de coquille est pour eux une démonstration de la réalité de ces rapprochements ; ils appellent cela de la *précision*.

Lorsqu'un terrain pris pour terme de comparaison offre une série de faunes coquillières que nous représenterons par lmn , et qu'ailleurs on n'observe que la succession ln , on ne manque jamais de supposer une émergence de ce dernier terrain après le dépôt l , afin de donner aux coquilles m le temps de vivre ailleurs ; puis on replonge le sol dans le sein de la mer, afin de faire continuer la série à partir de n . C'est en vain que la liaison des couches s'oppose à ces hypothèses d'émergences et d'immersions, on n'en tient aucun compte.

L'importance exagérée attribuée aux coquilles a été cause que l'on a considéré comme étages principaux des divisions d'un ordre secondaire dont les fossiles se rencontraient sur un grand nombre de points ; par suite, afin de les mettre mieux en évidence, on les a isolées de couches qui en étaient inséparables sous le rapport stratigraphique. C'est ainsi que dans les Alpes, on a voulu que le gault formât un étage distinct des marnes aptiennes, et, pour que la séparation fût plus tranchée, quelques géologues ont même imaginé de rapprocher l'aptien de l'urgonien, quoiqu'il y ait entre eux à peu près les mêmes rapports de gisement qu'entre la craie blanche et l'argile plastique aux environs de Paris.

En décrivant les terrains crétacés de Vaucluse, nous avons fait l'historique des trois opinions émises relativement à la position géologique des marnes à *Ancyloceras*. Il est arrivé que la seule d'entre elles qui fût appuyée sur des faits positifs a été rejetée, tandis que les deux autres, qui étaient de pures hypothèses, ont compté chacune des partisans. En cherchant pour quelle raison ces opinions ont eu une destinée aussi peu en harmonie avec les principes qui servent de base aux sciences, on trouve que la première contredit les lois paléontologiques admises, et que les autres se concilient avec elles. Il en a été de la formation à *Ancyloceras* comme du terrain anthracifère : les idées théoriques ont eu plus d'autorité que les faits.

Ce sera une page curieuse de l'histoire de la géologie contemporaine, que celle où l'on fera le tableau complet des fausses déterminations de coquilles, des classifications erronées, des coupes fantastiques, des interprétations impossibles, des oppositions systématiques, etc., etc., dues uniquement aux théories régnantes sur les fossiles. On en tirera

cette conséquence que si la paléontologie raisonnable (1) a rendu et peut rendre encore d'éminents services à la géologie, celle dont les principes sont exclusifs, au point d'être faux, lui a été extrêmement nuisible.

CONCLUSION. — Nous terminerons cette note par un court résumé qui nous servira de conclusion.

Autrefois, comme de nos jours, les êtres organisés ont été dans une dépendance étroite des circonstances extérieures. Les faunes fossiles n'ont donc pu subsister que sous l'empire de certaines conditions physiques qui leur ont été spécialement favorables. Leur ressemblance de forme a été d'autant plus grande que les conditions physiques dont elles dépendaient avaient elles-mêmes plus de similitude.

On se fait une fausse idée de l'ancien monde, lorsqu'on suppose que les espèces vivantes à une époque géologique ont disparu toutes à la fois pour faire place à d'autres d'une forme différente, et que celles-ci, après un certain laps de temps, ont éprouvé le même sort. Cette hypothèse de renouvellements périodiques et complets de la création choque par son invraisemblance; elle ne repose sur rien de solide; elle est de plus en contradiction directe avec l'observation.

Il en a été des anciennes faunes à peu près comme aujourd'hui des individus: pendant que l'une naissait, l'autre s'éteignait; celle-ci était dans toute la vigueur de la jeunesse; lorsque celle-là commençait à décliner. La vie a donc subsisté à son état moyen, c'est-à-dire dans toute sa splendeur, pres-

(1) Nous entendons par paléontologie raisonnable celle des Cuvier et des Brongniart; elle faisait dépendre les théories des faits et non pas les faits des théories.

que dès son origine, et depuis qu'elle brille, cette lumière n'a jamais pâli.

A chaque époque géologique, il y a eu des espèces dominantes, des formes très-répandues, dont les restes fossiles ont imprimé à *la plupart* des dépôts contemporains un cachet paléontologique caractéristique. Cependant la faune principale de chaque époque ne lui a pas été exclusivement propre ; en même temps qu'elle, ont vécu d'autres faunes qui étaient locales, et d'autant plus restreintes géographiquement que par leur organisation elles s'éloignaient davantage des espèces les plus répandues.

Dans le passage d'une époque géologique à la suivante, la faune qui était dominante a cessé de l'être ; une autre, auparavant locale, a pris sa place. Pendant que s'accomplissaient ces évolutions zoologiques, parallèlement avec les changements physiques survenus à la surface du globe, certaines formes animales faisaient leur apparition pour la première fois ; d'autres s'éteignaient, probablement sans retour.

C'est donc par des *déplacements*, ayant occasionné une extension extraordinaire de certaines espèces et la disparition presque complète d'autres, et aussi par des créations et des extinctions partielles, que l'on doit expliquer les variations brusques de fossiles dans la série des dépôts. On les observe non-seulement entre deux terrains, mais encore entre deux étages, entre deux assises, et souvent même entre deux couches contiguës de la même assise. Toutes ces variations ne diffèrent que du plus au moins et doivent être attribuées à des causes semblables, dont l'énergie et la généralité seulement n'ont pas été les mêmes.

Plusieurs espèces fossiles, et notamment une partie de

celles qui composent la faune dite *liasique*, ont eu une durée d'existence très-longue à travers les temps géologiques.

Les théories paléontologiques exclusives ont été nuisibles à la géologie. Aujourd'hui encore elles sont un obstacle aux progrès de cette science.

APPENDICE

A LA NOTE PRÉCÉDENTE.

Nous croyons utile de compléter notre digression relative au terrain anthracifère des Alpes, en examinant brièvement si, comme l'ont prétendu quelques géologues, l'existence de fossiles appartenant au genre Nummulite dans la Maurienne démontre que l'ordre des couches a subi une inversion dans cette vallée.

Les fossiles dont il s'agit (1) se trouvent sur la gauche de l'Arc, vis-à-vis d'un hameau nommé le Petit-Saint-Julien, et non loin du village de Montricher. Ils sont engagés dans une masse de calcaire compacte, gris clair, d'un faciès pétrosiliceux, qui est parfois un peu arénacé avec taches chloriteuses. Ce rocher, qui n'a pas plus de 10 à 12 mètres de puissance, n'est pas nettement stratifié; il est entouré de tout côté de végétation, en sorte que l'on ne voit pas très-claire-

(1) D'après les renseignements que nous avons pris sur les lieux, leur découverte est due à M. Coche, agent-voyer à Saint-Jean-de-Maurienne. Une première fois, M. Coche a recueilli des débris isolés de roches nummulitiques et les a fait remarquer à une personne qui se trouvait avec lui. Plus tard, ce zélé observateur, ayant appris le nom des fossiles que le hasard lui avait fait rencontrer, et en connaissant l'importance, a fait des recherches pour arriver jusqu'au gisement, et seul il y est parvenu. La publication de ces détails, pour laquelle nous avons l'autorisation de M. Coche, nous a paru un acte de justice.

ment ses relations géologiques avec les couches environnantes. Cependant, d'après ses caractères minéralogiques et son allure, nous avons jugé qu'il faisait réellement partie du terrain à anthracite. Au premier coup d'œil, on est frappé de l'aspect particulier que présentent les Nummulites dont ce calcaire est pétri, et il n'est pas nécessaire d'en faire une longue étude, pour s'assurer qu'elles diffèrent beaucoup de celles du terrain nummulitique tertiaire du Dauphiné et de la Provence. On remarque aussi qu'il n'y a avec elles aucun des fossiles nombreux et variés qui accompagnent les Nummulites à Faudon, au lac du Lauzanier, dans la vallée du Verdon (Basses-Alpes) et ailleurs. C'est une faune nouvelle, *inconnue* jusqu'à présent dans les Alpes. Il est d'abord difficile de comprendre comment la découverte de pareils fossiles peut renverser l'ordre de superposition constaté pour les couches à anthracite. Ce sont deux faits essentiellement indépendants, l'un paléontologique, l'autre purement stratigraphique. Pour parvenir à les opposer l'un à l'autre, on s'y est pris de la manière suivante. On a supposé arbitrairement que le calcaire fossilifère de Montricher était tertiaire, et qu'il était même le prolongement des calcaires nummulitiques des Hautes-Alpes, quoique entre eux il n'y ait pas *une seule espèce commune*. Ce prétendu calcaire tertiaire paraissant intercalé dans le terrain à anthracite, on en a conclu que nécessairement il y avait eu un bouleversement. On le voit : c'est l'éternel cercle vicieux dans lequel tournent sans cesse quelques paléontologistes. Ils commencent par poser en principe que certaines coquilles appartiennent exclusivement à tel ou tel terrain ; ils en tirent la conséquence que, lorsque des superpositions indiquent le contraire, l'ordre naturel des couches a été interverti. Cela est en effet très-clair, d'après le principe admis. La découverte

des fossiles de Montricher laissant complètement intactes les observations stratigraphiques qui prouvent que les couches de cette partie de la Maurienne sont inférieures à un terrain houiller, on ne peut rien en conclure, si ce n'est que le genre Nummulite, au lieu d'être confiné dans les dépôts tertiaires, ou tout au plus dans la partie la plus élevée de la craie, comme on le supposait, descend jusque dans le sein des couches paléozoïques. Il n'y a rien là de bien étonnant, puisque les genres encore vivants, Lingule, Nautille, Maillot, Turbo, etc., ont paru dès les premiers âges du monde. Il est seulement remarquable que l'existence des Nummulites au-dessous de la craie n'ait été encore constatée que dans le sein du système anthracifère des Alpes. C'est une preuve de plus que les fossiles du règne animal sont exceptionnels dans ce terrain, et par conséquent sans valeur pour sa classification (1).

Nous avons vu plus haut que le raisonnement d'où l'on a conclu qu'un bouleversement secret avait interverti l'ordre des couches dans la Maurienne n'était pas des plus rigoureux. Néanmoins, ceux qui l'ont fait paraissent y avoir attaché une grande importance ; ils ont même cru pouvoir préciser la nature du bouleversement caché, révélé par leur théorie : ce serait, suivant eux, un *plissement* (2). Mais

(1) Nous répéterons à cette occasion que les phénomènes géogéniques ont eu autrefois une grande influence sur la nature des êtres vivants. Comme ces phénomènes ont été exceptionnels dans les Alpes, il est peu étonnant que l'on observe dans cette contrée des faits paléontologiques inconnus ailleurs.

(2) Voyez, pour ce plissement théorique, les coupes insérées dans le *Bulletin de la Société géologique*, tome XVIII, planches I et II. Ces coupes s'étendent jusqu'au delà de Modane, et de ce côté elles nous ont paru entachées d'inexactitudes graves qu'il importe de signaler. Elles représentent les roches arénacées de Modane, en partie cristal-

par cette indication ils ont fourni des armes contre leur hypothèse. En effet, lorsqu'un terrain a été replié sur lui-même en forme de fer à cheval, il offre toujours à droite et à gauche de l'axe de plissement une symétrie parfaite. En outre, jamais ses deux moitiés n'ont pu s'appliquer assez exactement l'une contre l'autre pour que leur ligne de jonction ne soit pas visible. Or, si l'on examine avec attention les couches de la Maurienne aux environs de Montricher,

lines par métamorphisme, comme inférieures au calcaire de l'Esseillon. Or, c'est tout le contraire que l'on observe. Sur la rive droite de l'Arc, le calcaire de l'Esseillon, en se prolongeant à l'ouest, va passer sous un puissant groupe de marnes et de calcaires altérés, en grande partie gypseux, qui coupent la vallée exactement à l'endroit où l'on a bâti le village du Bourget. Le groupe calcaire du Bourget sert lui-même de base à des quartzites, à des talcschistes et à d'autres roches métamorphiques d'espèces variées, au milieu desquelles se trouve encore une assise calcaire. Cette série de superpositions se voit bien en suivant la grande route de Lans-le-Bourg, mais encore mieux en allant à Pralognan par le col de la Vanoise. Les bancs calcaires dans le sein desquels ce passage a été ouvert sont le prolongement direct de ceux du Bourget; ils sont fortement inclinés vers la région ouest, et il est évident qu'ils s'enfoncent sous les roches métamorphiques, quartzites et micacées des environs de Pralognan. Sur la gauche de l'Arc, c'est encore plus clair. A Modane même, le torrent de Saint-Antoine coule dans un ravin profond, situé à la jonction des calcaires gypseux et des quartzites. A l'entrée de la gorge, le lit du torrent coïncide exactement avec leur ligne séparative; mais au fond, une partie des calcaires passe de la rive droite sur la gauche, et comme la montagne est coupée à pic, leur position *au-dessous* des quartzites devient aussi évidente que celle du premier étage d'une maison sous le second.

Au village des Fourneaux, les couches de grès traversées par le tunnel des Alpes sont extrêmement tourmentées et plongent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. C'est donc à tort que dans les coupes dont nous parlons, on les a figurées comme inclinées constamment vers l'est.

on ne remarque aucune symétrie dans leur ensemble à l'ouest, il y a des schistes exclusivement argilo-calcaires, intimement liés avec le terrain cristallisé ; à l'extrémité opposée, ce sont des calcaires avec silex, à texture grenue ou compacte ; ici, on voit un groupe de schiste argileux ardoisier, et là une assise de grès quartzeux et de calcaires arénacés sans trace d'ardoise. Au milieu de la série, il y a un rocher de calcaire schisteux où l'on devrait découvrir la ligne de suture du plissement, mais qui n'en offre pas le moindre vestige. Les grès et les calcaires de cette partie de la Maurienne se prolongent, au nord dans la Tarentaise, et au sud dans le département des Hautes-Alpes, sur une longueur totale de plus de *quatre-vingts* kilomètres. Si le grand contournement dont on suppose le terrain affecté avait quelque fondement, il deviendrait visible dans ce vaste espace. Personne ne l'a jamais aperçu. Cependant ce pays est hérissé de hautes montagnes et sillonné par de profondes vallées qui mettent partout à découvert l'allure de la stratification. N'est-il pas évident qu'un plissement aussi bien caché est purement imaginaire ?

Nous avons dit que la constitution géologique du système anthracifère des Alpes était basée sur un grand nombre d'observations faites avec soin par divers géologues. Une autre sanction, celle d'une opposition impuissante, lui est aujourd'hui acquise : il ne reste plus de place pour le doute.

TABLEAU DES FOSSILES

DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE.

AVERTISSEMENT.

Ce catalogue a été dressé par ordre de formations. Il aurait été très-incomplet si nous n'avions mentionné que les fossiles recueillis dans nos courses géologiques. Nous avons dû y ajouter tous ceux sur le gisement desquels nous avons pu nous procurer des renseignements authentiques. Nous avons consulté à cet effet plusieurs collections locales, notamment la collection de M^{me} Escoffier, à Visan; celle de M. Eugène Raspail, à Gigondas; le Musée cantonal de Sault (1), et surtout le riche cabinet d'histoire naturelle de la ville d'Avignon, créé par M. Requien. Enfin, nous avons profité des travaux paléontologiques bien connus de MM. d'Orbigny, Matheron et Paul Gervais, sur le midi de la France.

Notre catalogue ne comprend que les fossiles appartenant au département de Vaucluse, ou à des points très-rapprochés de ses frontières. Cependant, afin de faire connaître l'extension géographique de ces fossiles et des terrains où ils se trouvent, nous avons souvent cité des localités éloignées du département; elles sont séparées des autres par le signe —.

I. TERRAIN JURASSIQUE.

ÉTAGE MOYEN.

Mollusques.

Belemnites hastatus, *Blainville*. Environs de Gigondas.

Rhynchoteuthis larus, *d'Orb.* Le Grand-Montmirail, à Gigondas.

Ammonites Adelaë, *d'Orb.* Grand-Montmirail — Noyaret (Isère).

Ammonites Arduennensis, *d'Orb.* Souiras, près du Grand-Montmirail
— Aix (Bouches-du-Rhône).

(1) Ce Musée, où l'on a réuni tout ce que le canton offre d'intéressant en fait de fossiles, de minéraux et d'antiquités, a été fondé par MM. Aubert, Chauvet, Chrestian, Jourdan et quelques autres habitants de Sault, amis de la science. Il est vivement à désirer qu'un pareil exemple soit suivi ailleurs.

- Ammonites arthriticus**, *Sowerby*. Environs de Gigondas.
- Ammonites athleta**, *Phillips*. Environs de Lafare—La Clappe (Basses-Alpes).
- Ammonites canaliculatus**, *Munster*. Gigondas — Rians (Bouches-du-Rhône).
- Ammonites Constantii**, *d'Orb.* Gigondas — Villers (Calvados).
- Ammonites cordatus**, *Sowerby*. Tour de Montmirail, à Gigondas — Castellane (Basses-Alpes); Rians.
- Ammonites coronatus**, *Bruguère*. Lafare — Digne; Gap.
- Ammonites Duncani**, *Sowerby*. Entre le Barroux et Lafare.
- Ammonites Erato**, *d'Orb.* Gigondas — Rians; Gap; Escragnoles (Var).
- Ammonites Eugenii**, *Raspail*. Gigondas — Villers (Calvados).
- Ammonites Henrici**, *d'Orb.* Grand-Montmirail — Rians; Escragnoles; Biviers (Isère).
- Ammonites Hermione**, *d'Orb.* Grand-Montmirail — Besançon.
- Ammonites Hommairei**, *d'Orb.* Gigondas — Rians; Grenoble.
- Ammonites Hyacinthus**, *d'Orb.* Gigondas.
- Ammonites Jason**, *Zieten*. Gigondas — Saint-Rambert (Ain).
- Ammonites Lamberti**, *Sowerby*. Grand-Montmirail — Villers.
- Ammonites Lalandeanus**, *d'Orb.* Grand-Montmirail — Villers.
- Ammonites lunula**, *Zieten*. Gigondas — Rians; la Voulte (Ardèche).
- Ammonites oculatus**, *Phillips*. Gigondas — Biviers (Isère); Rians; Escragnoles.
- Ammonites perarmatus**, *Sowerby*. Gigondas — Rians; Castellane.
- Ammonites plicatilis**, *Sowerby*. Gigondas; Brantes; Mirabeau; le Barroux — Grenoble; Gap, etc., etc.
- Ammonites Raspailii**, *d'Orb.* Gigondas — Besançon.
- Ammonites tatricus**, *Pusch*. Grand-Montmirail; Souiras — Noyarey; Grenoble.
- Ammonites tortisulcatus**, *d'Orb.* Gigondas; Brantes; le Barroux — Grenoble; Rians, etc.
- Ammonites Toucasianus**, *d'Orb.* Gigondas — Rians; Caussols (Var).
- Ammonites tripartitus**, *Raspail*. Gigondas — Aix; Gap.
- Ammonites zignodianus**, *d'Orb.* Grand-Montmirail — Biviers (Isère).
- Terebratula diphya**, *de Buch*. La Roque-Ronde, près Gigondas — Grenoble, à la porte de France.
- Terebratula triquetra**, *Parkinson*. Environs de Gigondas.

II. TERRAIN NÉOCOMIEN.

NÉOCOMIEN INFÉRIEUR.

Mollusques.

Belemnites pistilliformis, *Blainville*. Le Ventoux, près du sommet — Fontanil (Isère).

Ammonites Asterianus, *d'Orb.* Chaîne des Alpes (Bouches-du-Rhône).

Ammonites consobrinus, *d'Orb.* Sommet du Ventoux.

Ammonites cryptoceras, *d'Orb.* Chaîne des Alpes — Fontanil (Isère).

Ammonites recticostatus, *d'Orb.* Le Ventoux, près du sommet.

Panopæa Prevostii, *d'Orb.* Environs d'Orgon.

Panopæa Urganensis, *d'Orb.* Péagère-au-Rocher, près d'Orgon.

Panopæa Voltzii, *d'Orb.* Les Alpes, près Saint-Remy.

Pholadomya elongata, *Munster*. Les Alpes — Fontanil.

Lima Massiliensis, *Matheron*. Les Alpes.

Corbis corrugata, *d'Orb.* Environs d'Orgon.

Terebratula Carteroniana, *d'Orb.* Environs d'Orgon — Fontanil.

Terebratula faba, *Sowerby*. Environs d'Orgon.

Radiaires.

Toxaster complanatus, *Agassiz*. Chaîne des Alpes — Fontanil ; Neuchatel (Suisse).

Toxaster Verrani, *Sismonda*. Péagère, près d'Orgon.

NÉOCOMIEN SUPÉRIEUR.

Mollusques.

Nerinea Archimedi, *d'Orb.* Environs d'Orgon — Sassenage (Isère).

Nerinea gigantea, *d'Hombres-Firmas*. Fontaine de Vaucluse.

Nerinea Renauxiana, *d'Orb.* Environs d'Orgon.

Nerita mammæformis, *d'Orb.* Environs d'Orgon.

- Trigonia longa**, *Agassiz*. Fontaine de Vaucluse.
Trigonia ornata, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Lima Orbignyana, *Matheron*. Environs d'Orgon.
Janira Deshayesiana, *d'Orb.* Orgon — Sassenage (Isère).
Ostrea Urگونensis, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Rhynchonella lata, *d'Orb.* Sarrau, près de Saint-Jean-de-Durfort; le Costellet, près la tour de Sabran.
Rhynchonella Renauxiana, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Terebratula prælonga, *Sowerby*. Sarrau; le Costellet; Orgon — Rimet (Isère).
Radiolites neocomiensis, *d'Orb.* Sarrau; Cavailion; Orgon.
Caprotina ammonia, *d'Orb.* Roquefure, près d'Apt; Sarrau; le mont Ventoux; Orgon.
Caprotina gryphoides, *d'Orb.* Roquefure — Orgon.
Caprotina lamellosa, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Caprotina Lonsdalii, *d'Orb.* Roquefure; Sarrau; mont Ventoux; Orgon — Le Rimet (Isère), etc.
Caprotina imbricata, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Caprotina sulcata, *d'Orb.* Environs d'Orgon.
Caprotina trilobata, *d'Orb.* Roquefure; Sarrau; mont Ventoux; Orgon.
Caprotina varians, *d'Orb.* Roquefure; mont Ventoux.
Caprotina Virginiae, *Albin Gras*. Orgon — Le Rimet (Isère).

Radiaires.

- Heteraster oblongus**, *d'Orb.* Venasque — Grande-Chartreuse (Isère).
Pygaulus depressus, *Agassiz*. Environs d'Orgon — Sassenage; le Rimet.
Pentacrinus neocomiensis, *d'Orb.* Environs d'Orgon.

III. TERRAIN CRÉTACÉ

1° ÉTAGE DES MARNES A ANCYCLOCERAS.

Sauriens.

- Neustosaurus Gigondarum**, *Eugène Raspail*. Gigondas, quartier du Queyron.

Mollusques.

- Belemnites binervius**, *Raspail*. Gigondas ; la Roque-Alric — Escragnoles (Var).
- Belemnites bipartitus**, *Catullo*. Gigondas — Châteauneuf-de-Chabres (Hautes-Alpes) ; Escragnoles.
- Belemnites conicus**, *Blainville*. Gigondas — Saint-Julien-en-Beauchène (Hautes-Alpes).
- Belemnites dilatatus**, *Blainville*. Gigondas ; la Roque-Alric — Escragnoles.
- Belemnites Emerici**, *Raspail*. Gigondas — Escragnoles.
- Belemnites latus**, *Blainville*. Gigondas ; le Choulet, près Lafare — Saint-Julien-en-Beauchène.
- Belemnites minaret**, *Raspail*. Gigondas ; Lafare ; Brantes — Escragnoles.
- Belemnites Orbignyanus**, *Duval*. Gigondas — Escragnoles.
- Belemnites pistilliformis**, *Blainville*. Gigondas ; la Roque-Alric ; Sault — Saint-Julien ; Escragnoles.
- Belemnites polygonalis**, *Blainville*. Gigondas — Escragnoles.
- Nautilus neocomiensis**, *d'Orb*. Gigondas ; Sault — Escragnoles.
- Nautilus plicatus**, *Sowerby*. Sault ; Saint-Trinit — Escragnoles.
- Nautilus pseudo-elegans**, *d'Orb*. Gigondas ; Sault — Escragnoles.
- Ammonites asperrimus**, *d'Orb*. Gigondas — Saint-Julien (Hautes-Alpes).
- Ammonites Asterianus**, *d'Orb*. Gigondas ; Brantes — Saint-Julien.
- Ammonites belus**, *d'Orb*. Gigondas — Environs de Gap (Hautes-Alpes).
- Ammonites Carteroni**, *d'Orb*. Gigondas — Lieoux (Basses-Alpes).
- Ammonites cassida**, *Raspail*. Gigondas — Escragnoles.
- Ammonites Castellanensis**, *d'Orb*. Gigondas ; Brantes — Escragnoles.
- Ammonites Charrierianus**, *d'Orb*. Brantes — Escragnoles.
- Ammonites cryptoceras**, *d'Orb*. Brantes — Escragnoles.
- Ammonites Didayanus**, *d'Orb*. Environs de Baret (Drôme) — Escragnoles.
- Ammonites difficilis**, *d'Orb*. Sault ; Saint-Trinit — Escragnoles.
- Ammonites Dumasianus**, *d'Orb*. Gigondas — Escragnoles.
- Ammonites Grasianus**, *d'Orb*. Gigondas ; Saint-Hippolyte ; Brantes — Saint-Julien.

- Ammonites Guettardi**, *Raspail*. Gigondas.
- Ammonites incertus**, *d'Orb.* Gigondas; Sault; Brantes — Escragnoles.
- Ammonites intermedius**, *d'Orb.* Gigondas — Escragnoles.
- Ammonites Jeannotii**, *d'Orb.* Gigondas; Brantes.
- Ammonites Juilleti**, *d'Orb.* Gigondas — Saint-Julien.
- Ammonites Leopoldinus**, *d'Orb.* Gigondas — Escragnoles.
- Ammonites ligatus**, *d'Orb.* Gigondas; Brantes — Escragnoles.
- Ammonites macilentus**, *d'Orb.* Gigondas.
- Ammonites Matheroni**, *d'Orb.* Sault; Saint-Trinit.
- Ammonites Morelianus**, *d'Orb.* Gigondas.
- Ammonites neocomiensis**, *d'Orb.* Gigondas; Saint-Hippolyte — Saint-Julien.
- Ammonites picturatus**, *d'Orb.* Gigondas.
- Ammonites radiatus**, *Bruguère*. Gigondas — Escragnoles.
- Ammonites recticostatus**, *d'Orb.* Gigondas; Sault; Saint-Trinit.
- Ammonites Rouyanus**, *d'Orb.* Brantes; Gigondas; Sault — Escragnoles.
- Ammonites semisulcatus**, *d'Orb.* Gigondas; Saint-Hippolyte — Saint-Julien (Hautes-Alpes).
- Ammonites sinuosus**, *d'Orb.* Gigondas — Establet (Drôme).
- Ammonites strangulatus**, *d'Orb.* Gigondas — Saint-Julien.
- Ammonites subcalypso** (1). Gigondas — Châteauneuf-de-Chabres (Hautes-Alpes); Rabou, près de Gap.
- Ammonites subfimbriatus**, *d'Orb.* Gigondas; Sault.
- Ammonites Tethys**, *d'Orb.* Brantes; Gigondas — Saint-Julien.
- Ammonites verrucosus**, *d'Orb.* Gigondas — Saint-Julien.
- Scaphites Yvanii**, *Puzos*. Sault — Saint-Julien.
- Crioceras Duvalii**, *Léveillé*. Brantes; Gigondas.
- Crioceras Villiersianus**, *d'Orb.* Gigondas — Escragnoles.
- Ancylloceras dilatatus**, *d'Orb.* Gigondas, quartier de la Feuille.
- Ancylloceras Emerici**, *d'Orb.* Brantes — Escragnoles.
- Ancylloceras gigas**, *d'Orb.* Sault; Saint-Trinit — La Bedoule (Bouches-du-Rhône).
- Ancylloceras Matheronianus**, *d'Orb.* Sault; Saint-Trinit; Gigondas — La Bedoule.

(1) Voyez les observations placées à la suite de ce tableau.

- Ancyloceras pulcherrimus**, *d'Orb.* Gigondas, quartier de la Feuille — Cheiron (Basses-Alpes).
- Ancyloceras Puzosianus**, *d'Orb.* Gigondas; la Roque-Alric — Escragnoles.
- Ancyloceras simplex**, *d'Orb.* Sault — La Bedoule.
- Baculites neocomiensis**, *d'Orb.* Gigondas — Saint-Julien.
- Ptychoceras Emericianus**, *d'Orb.* Brantes — Lieous (Basses-Alpes).
- Heteroceras Emericianus**, *d'Orb.* Sault; Saint-Trinit — Escragnoles.
- Venus Galloprovincialis**, *Matheron.* Sault — Allauch (Bouches-du-Rhône).
- Corbis corrugata**, *d'Orb.* Sault — Saint-Dizier (Haute-Marne); Allauch (Bouches-du-Rhône).
- Pinna sulcifera**, *Leymerie.* Sault — Vassy (Haute-Marne).
- Pecten Aptiensis**, *d'Orb.* Sault; Saint-Christol.
- Pecten Martinianus**, *d'Orb.* Environs de Sault.
- Pecten Matheronianus**, *d'Orb.* Environs de Sault.
- Pecten Puzosianus**, *Matheron.* Environs de Sault.
- Janira atava**, *d'Orb.* Sault — Auxerre (Yonne).
- Ostrea aquila**, *d'Orb.* Sault — Vassy (Haute-Marne); Auxerre.
- Ostrea carinata**, *Lamarck.* Environs de Sault.
- Ostrea Couloni**, *d'Orb.* Sault — Vassy; Auxerre.
- Ostrea macroptera**, *Sowerby.* Sault — Saint-Dizier (Haute-Marne).
- Rhynchonella depressa**, *d'Orb.* Sault — Escragnoles; Vassy; Auxerre.
- Rhynchonella peregrina**, *d'Orb.* Sault; Gigondas; le Barroux — Chatillon (Drôme).
- Terebratula diphoides**, *d'Orb.* Brantes; Gigondas — Establet (Drôme).
- Terebratula Moutoniana**, *d'Orb.* Brantes — Escragnoles.
- Terebratula pseudo-jurensis**, *Leymerie.* Sault — Auxerre; Saint-Dizier.
- Terebratula sella**, *d'Orb.* Environs de Sault.
- Terebratella pectita**, *d'Orb.* Col des Fourches, près de Sault.

Radiaires.

- Toxaster complanatus**, *Agassiz.* Gigondas — abondant à Escragnoles, dans la Haute-Marne, dans l'Aube, etc.

Echinospatagus subcylindricus, *d'Orb.* Sault; Saint-Trinit.

Heteraster oblongus, *d'Orb.* Environs de Sault.

Botriopygus abovatus, *d'Orb.* Environs de Sault.

Polypiers.

Eugyra interrupta, *de Fromentel.* Col des Fourches, près de Sault.

Latimæandra Celina, *de Fromentel.* Sault — Gy-l'Évêque (Yonne).

Latimæandra circularis, *de Fromentel.* Sault — Gy-l'Évêque (Yonne).

Latimæandræa granulata, *de Fromentel.* Col des Fourches, près de Sault,

Hydnophora crassa, *de Fromentel.* Environs de Sault.

Septastrea crassa, *de Fromentel.* Col des Fourches.

Stylohelia lævis, *de Fromentel.* Col des Fourches.

Diplocœnia Saltensis, *de Fromentel.* Les Fourches; Gigery, près de Sault.

Stylina Grasi, *de Fromentel.* Les Fourches; Gigery.

Stylina regularis, *de Fromentel.* Les Fourches; Gigery.

Phyllocœnia Cottaldina, *d'Orb.* Sault — Gy-l'Évêque (Yonne).

Phyllocœnia cribaria, *d'Orb.* Environs de Sault.

Holocœnia collinaria, *de Fromentel.* Sault — Gy-l'Évêque; Fontenoy (Yonne).

Thamnastrea polygonalis, *de Fromentel.* Les Fourches; Gigery; Drumel, près de Sault.

Thamnastrea Saltensis, *de Fromentel.* Environs de Sault.

Synastrea lamellistriata, *Edwards et Haime.* Pellozis, près de Sault.

Synastrea Leunissii, *Edwards et Haime,* Sault — Saint-Dizier (Haute-Marne).

Dimorphastrea alternata, *d'Orb.* Sault — Fontenoy; Chenay (Yonne).

Dimorphastrea regularis, *de Fromentel.* Environs de Sault.

Isastrea neocomiensis, *de Fromentel.* Sault — Saint-Dizier (Haute-Marne).

Enallastrea marginata, *de Fromentel.* Environs de Sault.

Astrocœnia Cotteaui, *de Fromentel.* Sault — Gy-l'Évêque (Yonne).

Astrocœnia reticulata, *Edwards et Haime.* Environs de Sault.

Pleurocœnia exiguis, *de Fromentel.* Col des Fourches; Gigery.

Pleurocœnia polygonalis, *de Fromentel.* Col des Fourches; Gigery.

Foraminifères.

Orbitolina concava, *d'Orb.* Sault — Escragnoles.

2° ÉTAGE DU GRÈS VERT INFÉRIEUR.

(Aptien, albien, cénomanien.)

ASSISE APTIENNE.

Mollusques.

Belemnites Grasianus, *Duval.* Environs de Gargas.

Belemnites pistilliformis, *Blainville.* Gargas ; Clansayes ; Sault.

Belemnites Orbignyanus, *Duval.* Environs de Sault.

Belemnites semicanaliculatus, *Blainville.* Gargas ; Rustrel ; Gordes ; Bedoin ; Sault ; Saint-Trinit ; Clansayes.

Rhynchoteuthis Asterianus, *d'Orb.* Environs d'Apt.

Ammonites belus, *d'Orb.* Gargas ; Murs, quartier de Fontaube ; Giondas, quartier de Romane.

Ammonites consobrinus, *d'Orb.* Environs de Gargas.

Ammonites crassicoatus, *d'Orb.* Gargas ; Rustrel ; Fontaube ; Sault.

Ammonites Dufrenoyi, *d'Orb.* Gargas ; Rustrel ; Sault ; Romane.

Ammonites Duvalianus, *d'Orb.* Gargas ; Fontaube.

Ammonites Emerici, *Raspail.* Gargas ; Rustrel ; Fontaube.

Ammonites Gargasensis, *d'Orb.* Gargas ; Romane.

Ammonites Guettardi, *Raspail.* Gargas ; Rustrel ; Romane.

Ammonites inornatus, *d'Orb.* Environs de Gargas.

Ammonites Juilleti, *d'Orb.* Environs de Gargas.

Ammonites Martinii, *d'Orb.* Gargas ; Rustrel ; Fontaube ; Sault.

Ammonites Matheroni, *d'Orb.* Environs de Gargas.

Ammonites Morelianus, *d'Orb.* Gargas ; Fontaube ; Romane.

Ammonites neocomiensis, *d'Orb.* Environs de Gargas ; Romane.

- Ammonites Nisus**, *d'Orb.* Gargas; Rustrel; Romane.
Ammonites picturatus, *d'Orb.* Environs de Gargas; Romane.
Ammonites strangulatus, *d'Orb.* Environs de Gigondas; Romane.
Ammonites striatisulcatus, *d'Orb.* Gargas; Rustrel; Romane.
Ammonites subcalypso, *S. G.* Gargas; Romane.
Ammonites Royerianus, *d'Orb.* Environs de Clansayes.
Ammonites verrucosus, *d'Orb.* Environs de Gargas.
Ancyloceras Cornuelianus, *d'Orb.* Gargas; Rustrel.
Ancyloceras gigas, *d'Orb.* Environs d'Apt.
Toxoceras Emericianus, *d'Orb.* Gargas; Fontaube.
Toxoceras Royerianus, *d'Orb.* Gargas; Rustrel; Fontaube.
Ptychoceras lævis, *Matheron.* Gargas; Vaison.
Turbo Martinianus, *d'Orb.* Environs de Gargas.
Rostellaria Gargasensis, *d'Orb.* Environs de Gargas.
Cerithium Aptiense, *d'Orb.* Gargas; Rustrel; Fontaube.
Cerithium Barremense, *d'Orb.* Gargas; Rustrel; Fontaube.
Lucina sculpta, *Phillips.* Environs de Rustrel.
Nucula simplex, *Deshayes.* Environs de Rustrel.
Plicatula placunea, *Lamarck.* Gargas; Rustrel; Fontaube.
Plicatula radiola, *Lamarck.* Gargas; Rustrel.
Ostrea aquila, *d'Orb.* Gargas; Clansayes; Saint-Trinit.
Ostrea Couloni, *d'Orb.* Environs de Gargas.
Rhynchonella Bertheloti, *d'Orb.* Environs de Clansayes.
Rhynchonella decipiens, *d'Orb.* Environs d'Apt.
Terebratula Moutoniana, *d'Orb.* Environs de Gargas
Terebratula sella, *d'Orb.* Environs de Gargas.

Rediaires.

- Echinospatagus argilaceus**, *d'Orb.* Environs d'Apt.
Echinospatagus subcylindricus, *d'Orb.* Environs de Clansayes.

Spongiaires.

- Corpulospongia Aptiensis**, *d'Orb.* Environs de Gargas.

ASSISE ALBIENNE OU GAULT.

Les coquilles du gault manquent sur le territoire de Vaucluse, mais elles se montrent tout près de sa frontière nord, dans le grès vert des environs de Clansayes. Elles sont roulées dans le ravin de Gaspardoux; sur d'autres points, on en rencontre qui ne le sont pas. Voici une liste comprenant la plupart de ces fossiles.

Mollusques.

Ammonites latidorsatus, *Michelin.*

Ammonites Lyellii, *Leymerie.*

Ammonites Mayorianus, *d'Orb.*

Ammonites Milletianus, *d'Orb.*

Ammonites nodosocostatus, *d'Orb.*

Hamites punctatus, *d'Orb.*

Hamites rotundus, *Sowerby.*

Scalaria Clementina, *d'Orb.*

Scalaria Dupiniana, *d'Orb.*

Avellana lacryma, *d'Orb.*

Avellana inflata, *d'Orb.*

Natica Dupinii, *Leymerie.*

Natica Ervyna, *d'Orb.*

Natica gaultina, *d'Orb.*

Natica Raulini, *d'Orb.*

Solarium dentatum, *d'Orb.*

Solarium monoliferum, *Michelin.*

Trochus conoideus, *d'Orb.*

Turbo indecisus, *d'Orb.*

Turbo Martinianus, *d'Orb.*

Pleurotomaria Gibsii, *d'Orb.*

Pleurotomaria Paris, *d'Orb.*

Rostellaria Drunensis, *d'Orb.*

Cerithium trimonile, *Michelin.*

Thetis minor, *Sowerby.*

Opis Sabaudiana, *d'Orb.*

Cyprina regularis, *d'Orb.*
Arca carinata, *Sowerby.*
Gervillia difficilis, *d'Orb.*
Spondylus Renauxianus, *d'Orb.*
Plicatula radiola, *Lamarck.*
Rhynchonella sulcata, *d'Orb.*
Terebratula Dutempleana, *d'Orb.*

Radiaires.

Echinoconus mixtus, *d'Orb.*
Echinoconus castanea, *d'Orb.*
Discoidea decorata, *Desor.*
Discoidea rotula, *Agassiz.*
Discoidea subuculus, *Klein.*

ASSISE CÉNOMANIENNE.

Mollusques.

Nautilus elegans, *Sowerby.* Environs d'Orange.
Ammonites falcatus, *Mantell.* Orange; Bedoin; Sault; le Crestet.
Ammonites Mantellii, *Sowerby.* Savoillans; Sault; Saint-Trinit; Clansayes — Environs de Nyons (Drôme).
Ammonites Renauxianus, *d'Orb.* Bedoin, près de la grange nommée Florent.
Ammonites Rhotomagensis, *Lamarck.* Bedoin; Orange.
Ammonites varians, *Sowerby.* Sault. Orange; — Villars-de-Lans (Isère).
Ancycloceras armatus, *d'Orb.* Sault; Bedoin — Villars-de-Lans.
Scaphites æqualis, *Sowerby.* Sault — Lisle (Basses-Alpes).
Scaphites compressus, *d'Orb.* Sault.
Turrilites Bergeri, *Brongniart.* Sault; Bedoin; le Crestet — Villars-de-Lans (Isère).
Turrilites costatus, *Lamarck.* Sault — Escragnoles.
Hamites attenuatus, *Sowerby.* Sault.
Hamites simplex, *d'Orb.* Sault — Rouen.

- Pterodonta inflata**, *d'Orb.* Orange — La Malle (Var).
Mitra Requieri, *d'Orb.* Orange.
Trigonia dædalea, *Parkinson.* Orange — La Malle.
Trigonia sulcatoria, *Lamarck.* Bedoin ; Orange — Le Mans.
Pinna bicarinata, *Matheron.* Bedoin ; Orange.
Mitylus siliqua, *d'Orb.* Orange — Le Mans (Sarthe).
Lima Renauxiana, *Matheron.* Orange.
Inoceramus latus, *Mantell.* Gigondas ; Aurel.
Inoceramus striatus, *Mantell.* Aurel ; Orange — La Malle.
Ostrea carinata, *Lamarck.* Bedoin ; Clansayes — La Malle.
Ostrea columba, *Deshayes.* Orange — Escragnoles, etc.
Ostrea Matheroniana, *d'Orb.* Bedoin ; Orange.
Rhynchonella Lamarckiana, *d'Orb.* Orange — Le Mans (Sarthe).

Radiaires.

- Holaster marginalis**, *Agassiz.* Bedoin ; Clansayes.
Holaster suborbicularis, *Agassiz.* Brantes ; Clansayes — Villars-de-Lans (Isère).
Micraster distinctus, *Agassiz.* Clansayes — Villars-de-Lans.
Hemiaster bufo, *Desor.* Clansayes — La Malle.
Catopygus carinatus, *Agassiz.* Clansayes — Le Mans.

5° ÉTAGE DU GRÈS VERT SUPÉRIEUR.

(Groupe turonien.)

Crustacés.

- Callianassa Archiaci**, *Alph. Milne Edwards.* Uchaux ; Mondragon.

Mollusques.

- Nautilus sublœvigatus**, *d'Orb.* Mondragon ; colline de Sommelongue, non loin de Bollène.

- Ammonites Bravaisianus**, *d'Orb.* Château de Maxillan près de Haute-rive, commune d'Uchaux; Sommelongue.
- Ammonites Deverianus**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan. — Montrichard (Loir-et-Cher).
- Ammonites Goupilianus**, *d'Orb.* Environs de Mondragon — Saumur (Maine-et-Loire).
- Ammonites papalis**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux — Montrichard.
- Ammonites peramplus**, *Mantell.* Sommelongue; environs d'Uchaux — Saumur (Maine-et-Loire).
- Ammonites Prosperianus**, *d'Orb.* Maxillan; Sommelongue.
- Ammonites Requierianus**, *d'Orb.* Sommelongue; Mondragon.
- Ceratites Ewaldi**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Scaphites æqualis**, *Sowerby.* Environs d'Uchaux.
- Scaphites Rochatianus**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Hamites gracilis**, *d'Orb.* Maxillan.
- Baculites baculoides**, *d'Orb.* Mondragon; environs d'Uchaux.
- Baculites undulatus**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Turritella Coquandiana**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux; Mondragon.
- Turritella difficilis**, *d'Orb.* Maxillan; Sommelongue.
- Turritella granulatoïdes**, *d'Orb.* Maxillan; Sommelongue.
- Turritella Renauxiana**, *d'Orb.* Mondragon; Sommelongue.
- Turritella Requieriana**, *d'Orb.* Mondragon; Mornas.
- Turritella Verneuillana**, *d'Orb.* Sommelongue; Bollène.
- Turritella Uchauxiana**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Chemnitzia inflata**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail, près de Maxillan.
- Eulima amphora**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Eulima Requieriana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Nerinea Pailletteana**, *d'Orb.* Valbonnet, entre Mornas et Piolenc — Martigues (Bouches-du-Rhône).
- Nerinea Requieriana**, *d'Orb.* Valbonnet; Piolenc — Martigues.
- Nerinea Uchauxiana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Pyramidella canaliculata**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Acteonella lævis**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Acteonella Renauxiana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Pterodonta naticoides**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Natica lyrata**, *Sowerby.* Sommelongue; Maxillan.
- Natica Requieriana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.

- Natica subbulbiformis**, *d'Orb.* Maxillan; Sommelongue — Martigues; Montrichard (Loir-et-Cher).
- Neritopsis Renauxiana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Turbo Renauxianus**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Pleurotomaria Requieriana**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Pleurotomaria Uchauxiana**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Voluta elongata**, *d'Orb.* Mondragon; Maxillan.
- Voluta Gasparini**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Voluta Renauxiana**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Voluta Requieriana**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Rostellaria ornata**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan; Mondragon.
- Rostellaria pauperata**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Rostellaria Requieriana**, *d'Orb.* Maxillan; Sommelongue.
- Rostellaria simplex**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Fusus Marrotianus**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux
- Fusus Renauxianus**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Fusus Requierianus**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Cerithium peregrinum**, *d'Orb.* Maxillan. — Martigues (Bouches-du-Rhône).
- Cerithium Prosperianum**, *d'Orb.* Mondragon.
- Cerithium Requierianum**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Teredo Requierianus**, *Matheron.* Environs d'Uchaux.
- Arcopagia numismalis**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan. — Montrichard (Loir-et-Cher).
- Arcopagia semiradiata**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Tellina Renauxii**, *Matheron.* Maxillan; Boncavail.
- Venus faba**, *Sowerby.* Environs d'Uchaux.
- Venus Renauxiana**, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Venus Rhotomagensis**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Corbula Goldfussiana**, *Matheron.* Mondragon; Sommelongue.
- Cyprina consobrina**, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Trigonia scabra**, *Lamarck.* Sommelongue; Mornas; Maxillan; Boncavail; Valbonnet, près Piolenc.
- Lucina Campaniensis**, *d'Orb.* Mondragon; Maxillan. — Martigues.
- Cardium guttiferum**, *Matheron.* Maxillan; Mondragon. — Montrichard.
- Cardium Requierianum**, *Matheron.* Sommelongue; Maxillan.
- Cardium subalternatum**, *d'Orb.* Mondragon; Maxillan.
- Isocardia Renauxiana**, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.

- Nucula Renauxiana*, *d'Orb.*, Sommelongue; Maxillan.
- Pectunculus Renauxianus*, *d'Orb.* Abondant à Boncavail.
- Pectunculus Requierianus*, *d'Orb.* Boncavail; Maxillan.
- Arca Matheroniana*, *d'Orb.* Mondragon; Sommelongue; Mornas.
- Arca Raspailii*, *d'Orb.* Maxillan; Boncavail.
- Arca Renauxiana*, *Matheron.* Mondragon; Maxillan.
- Arca Requieriana*, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Arca semisulcata*, *Matheron.* Maxillan; Boncavail.
- Pinna quadrangularis*, *Goldfuss.* Maxillan — Montrichard.
- Myoconcha Requieriana*, *d'Orb.* Sommelongue; Maxillan.
- Gervillia Renauxiana*, *Matheron.* Lignite de Mondragon.
- Inoceramus striatus*, *Mantell.* Environs de Mondragon.
- Pecten curvatus*, *Geinitz.* Environs d'Uchaux — Montrichard.
- Pecten Puzosiamus*, *Matheron.* Environs d'Uchaux — Martigues.
- Pecten Requierianus*, *Matheron.* Mondragon; Maxillan.
- Spondylus Hippuritarum*, *d'Orb.* Environs d'Uchaux.
- Spondylus hystrix*, *Goldfuss.* Sommelongue; Maxillan.
- Ostrea acutirostris*, *Nilsson.* Sommelongue; Maxillan.
- Ostrea columba*, *Deshayes.* Mondragon.
- Ostrea conica*, *d'Orb.* Mondragon.
- Ostrea diluviana*, *Linné.* Sommelongue; Bollène; Maxillan.
- Ostrea fiabella*, *d'Orb.* Mondragon.
- Terebratula biplicata*, *d'Orb.* Sommelongue; Valbonnet, près Piolenc.
- Hippurites organisans*, *Montfort.* Valbonnet; Piolenc.
- Hippurites Requieriana*, *Matheron.* Mornas; Sommelongue; Maxillan — Martigues (Bouches-du-Rhône).
- Hippurites sulcata*, *d'Orb.* Environs de Piolenc — Martigues.
- Hippurites Toucasiana*, *d'Orb.* Piolenc — Martigues.
- Caprina Aguilloni*, *d'Orb.* Mornas; Sommelongue; Maxillan — Martigues.
- Radiolites Desmouliniana*, *Matheron.* Mornas; environs de Piolenc; Sommelongue — Martigues.
- Radiolites mammillaris*, *Matheron.* Valbonnet; Piolenc — Martigues.
- Radiolites Sauvagesii*, *d'Orb.* Sommelongue; Mornas — Environs d'Alais.
- Biradiolites cornupastoris*, *d'Orb.* Environs d'Uchaux — Angoulême (Charente).
- Caprotina Toucasiana*, *d'Orb.* Environs de Piolenc.

Radiaires.

- Micraster Michelini**, *Agassiz*. Maxillan.
Hemiaster Leymerii, *Desor*. Environs d'Uchaux.
Echinobrissus tuberculatus, *d'Orb*. Environs d'Uchaux.

Polypiers.

- Cyclolites elliptica**, *Lamarck*. Maxillan ; Boncavail — Martigues.
Cyclolites discoidea, *Michelin*. Maxillan ; Sommelongue.
Funginella hemisphærica, *d'Orb*. Maxillan — Martigues.
Ellipsosmilia subrudis, *d'Orb*. Maxillan.
Placosmilia rudis, *Edwards et Haime*. Maxillan — La Cadière (Var).
Trochosmilia compressa, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail ;
 Sommelongue — Bains-de-Rennes (Aude).
Thecosmilia rudis, *d'Orb*. Maxillan ; Boncavail — Bains-de-Rennes.
Barysmilia brevicaulis, *Edwards et Haime*. Sommelongue ; Maxillan.
Barysmilia compressa, *d'Orb*. Maxillan.
Cladocora humilis, *Edwards et Haime*. Maxillan — Martigues.
Phyllocœnia cribaria, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail.
Phyllocœnia grandis, *d'Orb*. Maxillan ; Boncavail.
Phyllocœnia intermedia, *d'Orb*. Maxillan ; Boncavail.
Phyllocœnia striata, *d'Orb*. Maxillan ; Boncavail.
Phyllocœnia Vallisclausæ, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail.
Phyllocœnia varians, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail.
Heterocœnia crasso-lamellata, *Edwards et Haime*. Sommelongue ;
 Maxillan.
Heterocœnia humilis, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail.
Heterocœnia provincialis, *Edwards et Haime*. Sommelongue ; Maxillan.
Astrocœnia reticulata, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Boncavail.
Stephanocœnia excavata, *d'Orb*. Maxillan.
Stephanocœnia formosa, *Edwards et Haime*. Maxillan ; Sommelongue.
Pleurocœnia provincialis, *d'Orb*. Maxillan.
Cryptocœnia putealis, *d'Orb*. Maxillan.
Cryptocœnia Renauxiana, *d'Orb*. Maxillan.

- Cryptocœnia sparsa**, *d'Orb.* Maxillan.
Cryptocœnia terminaria, *d'Orb.* Maxillan.
Astrea Delcrosiana, *Michelin.* Maxillan.
Astrea sulcato-lamellosa, *Michelin.* Maxillan.
Prionastrea lamellosissima, *Edwards et Haime.* Maxillan.
Prionastrea vesparia, *Edwards et Haime.* Maxillan.
Synastrea agaricites, *Edwards et Haime.* Maxillan — Bains-de-Rennes.
Synastrea cistela, *Edwards et Haime.* Mornas ; Maxillan ; Somme-
longue — Le Beausset (Var).
Synastrea lamellistriata, *Edwards et Haime.* Maxillan ; Sommelongue.
Synastrea Renauxiana, *d'Orb.* Maxillan ; Boncavail.
Synastrea subexcavata, *d'Orb.* Maxillan ; Boncavail.
Goniastrea formosissima, *Edwards et Haime.* Maxillan ; Boncavail.
Centrastrea irregularis, *d'Orb.* Maxillan ; Boncavail.
Meandrina Renauxiana, *d'Orb.* Maxillan ; Boncavail.
Diploria crasso-lamellosa, *Edwards et Haime.* Maxillan ; Boncavail.
Meandrastrea pseudo-meandrina, *d'Orb.* Maxillan ; Sommelongue.
Meandrastrea Requièni, *d'Orb.* Maxillan.
Meandrastrea reticulata, *d'Orb.* Maxillan
Polytremacis Blainvilliana, *d'Orb.* Maxillan.
Polytremacis complanata, *d'Orb.* Maxillan.
Polytremacis glomerata, *d'Orb.* Maxillan.
Polytremacis micropora, *d'Orb.* Maxillan.
Dactylacis subramosa, *d'Orb.* Maxillan.

Spongiaires.

- Hippalimus pitula**, *d'Orb.* Maxillan.
Stellispongia pseudo-siphonia, *d'Orb.* Maxillan.
Amorphospongia vola, *d'Orb.* Maxillan.
Amorphospongia sanguisuga, *d'Orb.* Maxillan.

4° ÉTAGE DE LA CRAIE SUPÉRIEURE.

Nous n'avons pas rencontré de fossiles déterminables dans l'étage de la *craie supérieure* de Vaucluse, représenté par les sables lignifères de Piolenc. Alcide d'Orbigny y cite le *Cerithium Renauxianum* (d'Orb.), *Prodrome*, p. 250. Dans les Bouches-du-Rhône, cet étage renferme un grand nombre de coquilles, dont plusieurs se montrent à un niveau géologique inférieur. Il en est de même dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, où la partie la plus élevée de la craie offre une faune en partie néocomienne.

IV. TERRAINS TERTIAIRES.

1° TERRAIN DES SABLES ARGILO-SILICEUX.

Les sables argilo-siliceux de Vaucluse ne renferment pas de fossiles, si ce n'est à Rustrel, où ils offrent quelques coquilles marines roulées provenant de terrains plus anciens. Dans le Dauphiné, on trouve quelquefois, à leur partie supérieure, des coquilles d'eau douce (Planorbis, Lymnées), dont les espèces sont restées indéterminées. En Suisse et dans le Jura, le terrain sidérolithique, qui est pour nous l'équivalent des sables argilo-siliceux de Vaucluse, renferme des ossements de *Palæotherium* et d'autres Mammifères des couches tertiaires anciennes.

2° TERRAIN SEXTIEN OU A GYPSE.

Mammifères.

Plesiarctomys Gervaisii, *Bravard et Pomel*. Colline de Sainte-Radegonde, près de Gargas.

Theridomys Vaillantii, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.

Anchitherium Radegondense, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.

Palæotherium crassum, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.

Palæotherium curtum, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.

Palæotherium magnum, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.

Palæotherium medium, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.

- Paloplotherium annectens**, *Owen*. Sainte-Radegonde.
Paloplotherium minus, *Owen*. Sainte-Radegonde ; Mormoiron.
Anoplotherium commune, *Cuvier*. Sainte-Radegonde ; Mormoiron ; Méthamis.
Cainotherium collotarsum, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Cainotherium Courtoisii, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Xiphodon crispum, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Xiphodon gracile, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.
Eurytherium latipes, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Aphelotherium Duvernoyi, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Adapis Parisiensis, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.
Tapirulus hyracinus, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Acotherulum Saturninum, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Chæropotamus Parisiensis, *Cuvier*. Sainte-Radegonde.
Cebochærus anceps, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Cynodictis lacustris, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Hænodon Requièni, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Pterodon dasyuroides, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Peratherium affine, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Peratherium antiquum, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.
Peratherium parvum, *P. Gervais*. Sainte-Radegonde.

Poissons.

- Perca Beaumonti**, *Agassiz*. Saint-Martin-de-Castillon. — Aix.
Smerdis minutus, *Agassiz*. Environs de Bonnieux. — Aix.
Smerdis macrurus, *Agassiz*. Apt ; Saint-Martin-de-Castillon. — Aix.
Cottus aries, *Agassiz*. Environs d'Aix (Bouches-du-Rhône).
Lebias cephalotes, *Agassiz*. Environs de Bonnieux. — Aix.
Anguilla multiradiata, *Agassiz*. — Aix.
Mugil princeps, *Agassiz*. — Aix.
Sphenolepis squamosseus, *Agassiz*. — Aix.

Mollusques.

- Cyclostoma crassilabra**, *Matheron*. Environs de Vaucluse.

- Melania Lauræa*, *Matheron*. Vaucluse.
Cerithium concisum, *Matheron*. Vaucluse.
Cerithium Lauræ, *Matheron*. Sault; Malemort; Vaucluse.
Cyclas aquensis, *Matheron*. Sault; Aix.
Cyclas Coquandiana, *Matheron*. Gargas; Aix.
Cyclas Gargasensis, *Matheron*. Environs de Gargas. — Aix.
Cyclas majuscula, *Goldfuss*. Environs de Gargas.
Anodonta aquensis, *Matheron*. Sault — Beaulieu (Bouches-du-Rhône).

5° TERRAIN DE LA MOLLASSE.

COUCHES D'EAU DOUCE.

Mammifères.

- Hipparion prostylum*, *P. Gervais*. Entre Cucuron et Cabrières-d'Aigues.
Cervus Matheroni, *P. Gervais*. Cucuron.
Antilope deperdita, *P. Gervais*. Cucuron.
Antilope arcuata, *P. Gervais*. Cucuron.
Sus major, *P. Gervais*. Cucuron.
Hyæna Hipparionum, *P. Gervais*. Cucuron.

Mollusques.

- Helix Christolii*, *Matheron*. Environs de Cucuron.
Helix Dufrenoyi, *Matheron*. Environs de Cucuron.
Helix Micheliniana, *Matheron*. Entre Pertuis et la Bastidone.
Helix pseudo-conspurcata, *Matheron*. Environs de Cucuron.
Succinea amphibia, *Draparnaud*. Environs de Cucuron.
Planorbis corneus, *Lamarck*. Environs de Cucuron.
Paludina anatina, *Draparnaud*. Environs de Cucuron.
Paludina similis, *Draparnaud*. Environs de Cucuron.
Melanopsis Dufourii, *Rasterot*. Environs de Cucuron.

COUCHES MARINES.

Cirrhépèdes.

Balanus crassus, *Sowerby*. Mirabeau ; Saint-Paul-Trois-Châteaux.

Balanus crispus, *DeFrance*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.

Balanus Delphinus, *DeFrance*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.

Mollusques.

Nautilus, *espèce inédite*. Montségur (Drôme).

Turritella angulata, *Sowerby*. Saint-Yriex ; Suze.

Turritella Archimedis, *Brongniart*. Visan.

Turritella Brochii, *Bronn*. Saint-Yriex ; Visan ; Valréas.

Turritella subangulata, *Brocchi*. Saint-Yriex.

Turritella varicosa, *Sismonda*. Saint-Yriex ; Visan.

Turritella vermicularis, *Sismonda*. Saint-Yriex ; Visan ; Valréas.

Natica helicina, *Sismonda*. Saint-Yriex.

Natica olla, *Marcel de Serres*. Gigondas ; Vacqueyras.

Trochus patulus, *Brocchi*. Visan.

Monodonta corallina, *Michelotti*. Saint-Yriex.

Solarium variegatum, *Sismonda*. Saint-Yriex.

Turbo rugosus, *Linné*. Saint-Yriex.

Ancillaria glandiformis, *Lamarck*. Visan.

Mitra aperta, *Bellardi*. Saint-Yriex.

Mitra striatula, *Sismonda*. Saint-Yriex.

Mitra turgidula, *Gratteloup*. Saint-Yriex.

Conus Mediterraneus, *Lamarck*. Saint-Yriex.

Rostellaria pes-carbonis, *Brongniart*. Saint-Yriex.

Rostellaria pes-pelicani, *Lamarck*. Saint-Yriex.

Pleurotoma Jouannetii, *Desmoulins*. Saint-Yriex.

Fusus lignarius, *Lamarck*. Saint-Yriex.

Murex cornutus, *Lamarck*. Saint-Yriex.

- Murex Edwardsi**, *Payraudeau*. Saint-Yriex.
Murex trunculus, *Linné*. Saint-Yriex ; Vinsobres.
Pyrula condita, *Brongniart*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
Pyrula transversalis, *Marcel de Serres*. Cucuron.
Ranella marginata, *Bronn*. Saint-Yriex.
Cerithium Basteroti, *Marcel de Serres*. Visan.
Cerithium vulgatum, *Bruquière*. Saint-Yriex ; Visan.
Nassa Bonelli, *Bellardi*. Saint-Yriex ; Visan ; Valréas.
Nassa granulata, *Morris*. Gigondas.
Nassa mutabilis, *Deshayes*. Visan.
Nassa semistriata, *Brongniart*. Saint-Yriex.
Fissurella græca, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Dentalium inæquale, *Michelotti*. Saint-Yriex.
Dentalium sexangulare, *Deshayes*. Gigondas.
Panopæa Faujasi, *Menard de la Groye*. Cucuron ; Gigondas.
Tellina sinuata, *Deshayes*. Cucuron.
Solen vagina, *Linné*. Cairanne.
Gastrochæna dubia, *Deshayes*. Saint-Yriex.
Venus Brochii, *Deshayes*. Cairanne ; Venterol ; Mirabel ; Cucuron ; Cadenet.
Venus chione, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Venus excentrica, *Agassiz*. Saint-Yriex.
Cytherea lincta, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Cardita elongata, *Brocchi*. Saint Yries.
Cardita Jouanneti, *Deshayes*. Villedieu.
Cardita sulcata, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Lucina lactea, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Lucina spuria, *Linné*. Saint-Yriex.
Cardium papillosum, *Phillips*. Saint-Yriex.
Pectunculus glycimeris, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Pectunculus nummarius, *Sismonda*. Saint-Yriex.
Pectunculus pilosus, *Sismonda*. Saint-Yriex ; Visan ; Gigondas.
Arca antiquata, *Brocchi*. Clansayes.
Arca diluvii, *Lamarck*. Saint-Yriex ; Gigondas.
Arca Helbingii, *Lamarck*. Saint-Yriex.
Arca Turonica, *Dujardin*. Venterol ; Valréas.
Pinna Brochii, *d'Orb*. Gigondas.
Lima inflata, *Lamarck*. Saint-Yriex.

- Chama echinulata**, *Lamarck*. Saint-Yriex ; Saint-Restitut.
- Pecten benedictus**, *Lamarck*. Cucuron ; Clansayes ; Bédarrides.
- Pecten Beudanti**, *Basterot*. Gigondas.
- Pecten Burdigalensis**, *Lamarck*. Gigondas.
- Pecten latissimus**, *Sismonda*. Saint-Yriex ; Gigondas ; Cadenet.
- Pecten maximus**, *Lamarck*. Cadenet.
- Pecten palmatus**, *Lamarck*. Mormoiron ; Barris.
- Pecten plano-sulcatus**, *Matheron*. Cucuron.
- Pecten pleuronectes**, *Sismonda*. Saint-Yriex ; Visan ; Gigondas ; Pécoulette, près d'Orange.
- Pecten scabrellus**, *Lamarck*. Saint-Yriex ; Visan.
- Pecten scabriusculus**, *Matheron*. Cucuron ; Cadenet ; Vaison ; Malauçène ; Cairanne ; Mollans ; Piolenc, etc., etc.
- Pecten solarium**, *Goldfuss*. Gigondas.
- Pecten terebratulæformis**, *M. de Serres*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; Clansayes.
- Janira arcuata**, *d'Orb*. Clansayes.
- Ostrea crassissima**, *Lamarck*. Valréas ; Visan ; Gigondas ; Mirabeau ; Piolenc ; environs de Pertuis.
- Ostrea undata**, *Lamarck*. Saint-Yriex ; Visan ; Cairanne ; Barris ; Gigondas.
- Anomia ephippium**, *Phillips*. Saint-Yriex ; Visan ; Cairanne ; Mirabeau.
- Anomia fornicata**, *Lamarck*. Cucuron.

Bryozoaires.

- Actinopora Mediterranea**, *d'Orb*. Vedènes.
- Myriozoom cavernosa**, *d'Orb*. Les Angles (Gard), près Avignon ; Villeneuve-lez-Avignon.
- Myriozoom truncata**, *d'Orb*. Bonpas ; Vedènes ; Villeneuve.
- Retepora cellulosa**, *Michelin*. Les Angles ; Vedènes.
- Retepora echinulata**, *Michelin*. Bonpas.
- Cellepora concentrica**, *Michelin*. Villeneuve.

Radiaires.

- Brissus Cordieri**, *Agassiz*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
- Spatangus Corsicus**, *Agassiz*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; Barris.
- Spatangus Delphinus**, *DeFrance*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
- Spatangus Desmaretii**, *Munster*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
- Spatangus ocellatus**, *DeFrance*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
- Echinolampas angulatus**, *Merian*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; les Angles.
- Echinolampas hemisphæricus**, *Agassiz*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; Barris.
- Echinolampas scutiformis**, *Desmarest*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; Vedènes ; Mormoiron ; Malaucène ; Montségur ; les Angles.
- Lobophora bioculata**, *Agassiz*. Suze ; Barris ; Saint-Restitut.
- Lobophora elliptica**, *Desor*. Saint-Restitut.
- Lobophora perspicillata**, *Agassiz*. Barris.
- Scutella Paulensis**, *Agassiz*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; Barris.
- Scutella truncata**, *Agassiz*. Saint-Restitut ; Barris.
- Clypeaster scutellatus**, *Agassiz*. Cadenet ; Montségur.
- Echinus obliqua**, *Agassiz*. Saint-Paul-Trois-Châteaux.
- Echinus Serresii**, *Desmoulins*. Clansayes.
- Cidaris Avenionensis**, *Desmoulins*. Saint-Paul-Trois-Châteaux ; les Angles.

Polypiers.

- Flabellum avicula**, *Michelin*. Villeneuve-lez-Avignon.
- Flabellum extensum**, *Michelin*. Villeneuve-lez-Avignon.
- Ceriodora palmata**, *d'Orb*. Cadenet ; les Angles.
- Ceriodora Supergiana**, *d'Orb*. Vedènes ; les Angles ; Villeneuve.
- Ceratotrochus duodecimcostatus**, *Edwards et Haimé*. Saint-Yriex.

4^o TERRAIN LACUSTRE SUPÉRIEUR.

Le terrain tertiaire supérieur du département de Vaucluse ne renferme pas de fossiles. Dans le Dauphiné, on y a trouvé des dents de Mastodonte et un grand nombre de coquilles d'eau douce, dont les plus caractéristiques sont : *Helix Chaixii* (Michaud), — *H. Colongeonii* (Michaud), — *Clausilia Terverii* (Michaud). A Pommier, près de Voreppe, nous y avons recueilli le *Cerithium trinctum* (Sismonda), propre aux marnes subapennines. Dans le département de l'Hérault, aux environs de Montpellier, des sables marins, qui paraissent être l'équivalent de ce même terrain, sont remarquables par des restes nombreux de Mammifères. L'ouvrage de M. Paul Gervais, précédemment cité, en donne la liste complète (*Zoologie et Paléontologie françaises*, p. 349).

V. TERRAINS QUATERNAIRES.

Les ossements de grands Mammifères que l'on rencontre fréquemment dans les terrains de transport diluviens paraissent manquer complètement dans le département de Vaucluse ; on n'en a jamais cité. Quelques coquilles terrestres d'espèces encore vivantes dans le pays se montrent dans le lehm, mais il est probable que leur introduction dans ce dépôt est d'une date récente.

OBSERVATIONS

SUR LA FAUNE DE L'ÉTAGE A ANCYLOCERAS.

Ainsi que nous l'avons dit dans notre description du terrain crétacé, des faits positifs de superposition et des relations géologiques constantes rapprochent la formation à Ancyloceras du grès vert inférieur et la séparent du néocomien. Nous ferons maintenant remarquer que les conséquences tirées du gisement sont confirmées par les fossiles. Il

est impossible, en effet, en examinant le tableau ci-dessus, de n'être pas frappé de l'analogie qui existe entre la faune du grès vert et celle de l'étage à *Ancyloceras*. Il y a bien plusieurs fossiles communs à ce dernier terrain et au néocomien inférieur ; mais ce sont en général des espèces qui affectent divers niveaux géologiques ; tels sont : le *Toxaster complanatus*, l'*Ostrea Couloni*, l'*Ostrea macroptera*, etc. (1). Dans la vallée d'Entremont, ces coquilles montent jusque dans la partie la plus élevée de la craie.

En 1840, Alcide d'Orbigny a figuré dans le premier volume de la Paléontologie française (*Terrains crétacés*, pl. 52, fig. 7-9) une Ammonite qu'il a appelée *A. Calypso*. Plus tard, il a annoncé que ce fossile appartenait au terrain jurassique, et en 1842 il en a donné une nouvelle figure d'après un individu venant du lias (Pal. franç., *Terrains jurassiques*, tome 1^{er}, pl. 110, fig. 1-3). En comparant avec soin les deux figures, on voit qu'elles ne sont pas identiques ; il y a des différences légères à la vérité, mais cependant sensibles, dans la forme des sillons et des digitations. Le fait est que l'espèce figurée en 1840 se trouve réellement dans la craie ; on la rencontre souvent dans les marnes à *Ancyloceras* de Châteauneuf-de-Chabres et de Rabou près de Gap ; M. Raspail l'a indiquée à Gigondas ; elle existe même dans les marnes aptiennes, où nous l'avons recueillie près de Gargas. Nous avons donné à cette Ammonite le nom de *A. subcalypso*.

Parmi les vingt-cinq espèces de polypiers de Sault portées sur notre catalogue, il y en a huit déjà connues dans les couches crétacées inférieures de l'Yonne et de la Haute-Marne, correspondantes à la formation à *Ancyloceras* des Alpes ; trois se trouvent dans le grès vert supérieur d'Uchaux ; les quatorze autres sont nouvelles. Voici, d'après M. de Fromental, une description abrégée de ces dernières :

Eugyra interrupta. Polypier à surface subplane. Vallées courtes, sinueuses, souvent interrompues et très-profondes. Cloisons égales, épaisses et écartées ; on en compte 10 dans une longueur de 5 millimètres. Le diamètre des vallées d'une crête à une autre est de 2.50 à 3 millimètres.

(1) L'existence d'un assez grand nombre de fossiles communs au néocomien inférieur et à la formation à *Ancyloceras* est néanmoins une véritable anomalie paléontologique. Cela explique pourquoi l'on n'a pas voulu admettre que cette formation fût un étage distinct. Elle ne pouvait pas s'accorder avec la paléontologie exclusive : on l'a supprimée !

Latimæandraræa granulata. Surface du polypier plane. Vallées régulières dans leur direction, mais inégales en largeur. Calices peu délimités et renfermant environ 12 cloisons. Les rayons septo-costaux sont formés de granulations fines et serrées. Le diamètre des vallées est de 4 à 5 millimètres.

Hydnophora crassa. Polypier épais, à surface plane. Mamelons courts, élevés, irréguliers, et formés au plus par la réunion de 12 cloisons; quelques-uns n'en renferment que 5; ces cloisons sont épaisses et espacées. Les crêtes sont écartées de 4 à 5 millimètres.

Septastrea crassa. Polypier à surface subplane. Calices polygonaux très-irréguliers. Le sillon formé par la soudure des murailles n'est visible qu'après l'usure des côtes au sommet des arêtes murales. 16 à 32 cloisons, suivant le développement des calices; elles sont épaisses, inégales, et souvent inclinées en dedans.

Stylohelix lævis. Polypier à surface plane et arrondie. Calices saillants et espacés. Côtes nulles; cœnenchyme lisse (peut-être la fossilisation empêche-t-elle de voir la granulation qui existe ordinairement à la surface du cœnenchyme). 8 grandes cloisons, 8 petites et 16 rudimentaires. Columelle peu saillante et aplatie. Le diamètre du calice est de 4 millimètres.

Diplocœnia Saltensis. Polypier à surface légèrement gibbeuse. Calices régulièrement arrondis, profonds, et présentant au centre une columelle très-forte. 12 grandes cloisons et 12 rudimentaires. 24 côtes inégales. Murailles externes formant par leur réunion des lignes polygonales saillantes et régulières. Le diamètre des calices est de 2 millimètres et celui des polypières est de 4 à 5.

Stylina Grasi. Polypier de forme arrondie et subhémisphérique. Calices assez serrés et peu saillants. Côtes peu développées, égales et granuleuses. 24 cloisons, 12 grandes et 12 petites. Le diamètre des calices est de 3 millimètres.

Stylina regularis. Polypier à surface gibbeuse. Calices ronds et larges de 1 millimètre et demi; ils sont très-régulièrement espacés et peu ou point saillants. 6 grandes cloisons, 6 moyennes et 12 petites. Columelle forte, ronde et très-saillante. Côtes égales, géniculées et peu développées par suite du resserrement des calices.

Thamnastrea polygonalis. Polypier à surface subplane. Calices serrés et subpolygonaux; ils sont larges de 8 à 10 millimètres. Rayons

septo-costaux courts et égaux. 40 à 42 cloisons serrées, bien développées et inégales.

Thamnastrea Saltensis. Polypier à surface subplane. Calices assez serrés, mais restant arrondis; ils sont larges de 6 à 8 millimètres. Rayons septo-costaux égaux et séparés par des sillons profonds. 36 cloisons, dont 12 seulement arrivent jusqu'au centre sans s'y souder, et y laissent un petit espace columellaire allongé.

Dimorphastrea regularis. Polypier en lame épaisse de 10 millimètres, couverte en dessous de côtes fines et égales. Calices régulièrement placés en séries circulaires également espacées. Columelle papilleuse. On compte ordinairement 24 cloisons par calice, et quelquefois 30. Rayons septo-costaux, horizontaux, dentelés, assez serrés; on en compte 12 dans un espace de 5 millimètres.

Enallastrea marginata. Polypier à surface subplane. Calices hexagones et larges de 3 millimètres. Cloisons peu développées, assez épaisses: 12 grandes et 12 petites. Columelle forte, saillante, et profondément située au milieu d'un calice creux. Soudure des murailles formant des lignes saillantes qui limitent nettement les calices.

Pleurocænia exiguus. Polypier en lame épaisse de 10 à 12 millimètres. Surface inégale, plane ou gibbeuse. Calices très-inclinés et présentant une lèvre saillante antérieure; ils sont espacés, profonds, comprimés et larges de 1 et demi à 2 millimètres. Stries cloisonnaires rudimentaires.

Pleurocænia polygonalis. Polypier en lame peu épaisse, couverte en dessous d'une épithèque plissée. Calices très-serrés et polygonaux. Muraille saillante et présentant à la paroi interne une cinquantaine de stries cloisonnaires subégales. Les calices sont peu penchés, profonds, rétrécis au fond de la loge et évasés au sommet; ils sont larges et profonds de 4 à 5 millimètres.

Indépendamment de ces espèces nouvelles, nous en avons rapporté de Saulx un grand nombre d'autres dans un état de conservation trop imparfait pour qu'il ait été possible de les décrire.

TABLE DES HAUTEURS

AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA MER

DE DIVERS LIEUX DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

ET DES ENVIRONS (1).

Noms des Localités.	Altitudes.
	Mètres.
ABEILLES (Col des), sur l'ancienne route de Sault	*982
ANGEL (Fontaine d'), sur le revers nord du Ventoux.	*1.163
ANSOIS (Colline de). Base du signal	380
APT. Pavé de la nef de la cathédrale.	222
AUBIGNAN. Clocher.	108
AVIGNON. Palais des papes, sommet de la tour.	84
AVIGNON. Pied de l'ancien télégraphe.	53
AVIGNON. Musée Calvet, rez-de-chaussée.	*20
AVIGNON. Niveau moyen du Rhône (par approximation)	*15
BANON, Basses-Alpes. Clocher.	843
BARBENTANE, Bouches-du-Rhône. Sommet de la tour	104
BARRIS (Colline de). Base du signal	314
BARROUX (le). Clocher.	337
BASTIDE-DES-JOURDANS. Clocher.	429
BEAUMES. Clocher	126
BEAUMES-DE-TRANSIT, Drôme. Sommet des ruines	596
BEAUMONT (Sainte-Croix de). Sommet de la chapelle	524
BEDOIN. Sol de l'église.	*302

(1) Quelques hauteurs précédées d'un astérisque sont le résultat d'observations barométriques faites, il y a une quarantaine d'années, par A. Guérin. Les autres ont été extraites des feuilles d'altitudes du Dépôt de la Guerre.

	Mètres.
BÉGUDE (la), <i>Gard</i> . Pied de l'ancien télégraphe	145
BLAUVAC. Clocher	436
BLUYE (Montagne de). Sommet du signal	1064
BOLLÈNE. Clocher	416
BONNIEUX. Clocher	429
BONPAS (Chartreuse de). Sommet de la tour Blanche.	69
BONPAS. Niveau de la Durance	*39
BOUCHET, <i>Drôme</i> . Clocher	120
BOURG-SAINT-ANDÉOL, <i>Ardèche</i> . Clocher	107
BRANTES. Niveau moyen du village.	*546
BUISSON. Clocher	234
CABRIÈRES-D'AIGUES. Sommet du temple	415
CABRIÈRES-DE-GORDES. Clocher	190
CADARACHE, <i>Bouches-du-Rhône</i> , près du Verdon. Sommet de la chapelle.	303
CADENET. Clocher	234
CADEROUSSE. Clocher	49
CAIRANNE. Clocher	206
CAMARET. Clocher	98
CAROMB. Clocher	231
CARPENTRAS. Pied de la tour au nord	102
CASENEUVE. Clocher.	569
CAUMONT. Clocher	95
CAVAILLON. Pied de l'ancien télégraphe	179
CAVAILLON (Saint-Jacques de). Clocher de l'ermitage	192
CAVAILLON. Niveau moyen de la ville	*102
CÉRESTE, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher.	407
CHAMARET, <i>Drôme</i> . Sommet de la tour	246
CHATEAUBOS, près de <i>Lagarde</i> . Sommet du moulin	1102
CHATEAUNEUF-CALCERNIER. Pied de la tour du château.	117
CHATEAUNEUF-DE-GADAGNE. Pied de la tour	113
CHATEAURENARD, <i>Bouches-du-Rhône</i> . Sommet de la tour sud du château	109
CHUSELAN, <i>Gard</i> . Clocher	64
CLANSAYES, <i>Drôme</i> . Clocher.	278
CODOLET, <i>Gard</i> . Clocher	54
CORBIÈRES, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher	319
COURENNE (Chapelle de), au S. S. O. de <i>Viens</i> . Sommet	557

CRESTET. Clocher	381
CRILLON. Clocher.	363
CROAGNES. Clocher	339
CUCURON. Clocher	370
ENTRAIGUES. Clocher	59
ENTRECHAUX. Sommet de la tour ruinée	377
FLASSAN. Niveau moyen du village.	*447
FAUCON. Clocher.	442
FERRASSIÈRES, <i>Drôme</i> . Clocher	957
FERRASSIÈRES (Montagne de). Sommet du signal.	1396
FORCALQUIER, <i>Basses-Alpes</i> . Pavé de la nef de l'église.	582
GARDE-ADHÉMAR (la), <i>Drôme</i> . Clocher	210
GIGONDAS. Clocher	282
GORDES. Clocher.	373
GOULT. Clocher	260
GRAMBOIS. Clocher.	392
GRIGNAN, <i>Drôme</i> . Clocher	233
GRILLON. Clocher	211
GROZEAU (Source du), <i>près de Malaucène</i>	*413
ISLE (l'). Clocher	91
JAVON. Sommet du moulin.	749
JONQUIÈRES. Clocher	76
JOUCAS. Sommet de la chapelle	263
LACOSTE. Clocher	326
LAFARE. Clocher.	190
LAGARDE. Niveau moyen du village	*1081
LAMOTTE-D'AIGUES. Clocher	383
LAURIS. Clocher	210
LÉBERON (Mont). Signal au S. S. O. de Castellet.	1123
LÉBERON (Mont). Bergerie au N. O. de Vitrolles.	836
LÉBERON (Mont). Signal au sud de Ménerbes.	722
LERS (Château de). Sommet de la tour.	70
LORIOU. Clocher.	63
LOURMARIN. Clocher	238
LURE (Montagne de), <i>Basses-Alpes</i> . Sommet du signal.	1827
MALAUÈNE. Auberge de l'Alose.	*339
MALEMORT, <i>près de Carpentras</i> . Clocher	248
MALEMORT, <i>sur la Durance</i> . Clocher	174

	Mètres.
MALEMORT (Pont de). Sommet de la pile nord	125
MAUBEC. Clocher.	160
MAZAN. Clocher	197
MÈNERBES. Sol de l'église	244
MÉRINDOL, <i>Drôme</i> . Sommet de la tour.	620
MÉRINDOL, <i>près de la Durance</i> . Clocher	162
MÉTHAMIS. Clocher	381
MIRABEAU (Pont de).	*228
MIRABEL, <i>Drôme</i> . Clocher.	299
MONDRAGON. Sommet du château ruiné	120
MONIEUX. Sommet de la tour ruinée.	795
MONTEUX. Clocher	72
MONTFAVET. Pied de l'ancien télégraphe	62
MONTFURON, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher	656
MONTJUSTIN, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher.	588
MONTMIRAIL (Tour de). Sommet	414
MONTSÉGUR, <i>Drôme</i> . Clocher	200
MORIÈRES. Clocher	60
MORMOIRON. Clocher	281
MORNAS. Sommet des ruines	165
MURS. Clocher	536
NOTRE-DAME-D'AUBUSSON, <i>près de Séguret</i> . Sommet de la chapelle	434
NOTRE-DAME-DE-LA-GARDE, <i>près d'Apt</i> . Sommet de la cha- pelle.	301
NOTRE-DAME-DES-ANGES, <i>au N. de Blauvac</i> . Pied de la tour	450
NYONS, <i>Drôme</i> . Clocher	300
OPPÈDE. Clocher.	300
ORANGE. Sol de l'église.	46
ORANGE. Pied de l'ancien télégraphe	113
ORGON, <i>Bouches-du-Rhône</i> . Pied de l'ancien télégraphe	259
PERNES. Sommet de la tour	119
PERTUIS. Clocher	246
PLAISANS, <i>Drôme</i> . Clocher	594
PIERRELATTE, <i>Drôme</i> . Vieux clocher.	84
PIOLENC. Clocher	67
PUIVERT. Sommet du pigeonnier.	196
PUYMÉRAS. Clocher	372

	Mètres.
RASTEAU. Clocher	278
REILLANNE, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher ruiné	308
REVESC-DU-BION, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher.	959
ROCHEGUDE. Clocher	163
ROGNONAS, <i>Bouches-du-Rhône</i> . Clocher	46
ROQUEMARTINE, <i>Bouches-du-Rhône</i> . Sommet de l'angle nord-est du château.	221
ROQUEMAURE, <i>Gard</i> . Sommet de la tour	66
ROQUE-SUR-PERNES (la). Niveau moyen du village	290
ROUSSILLON. Clocher	346
RUSTREL. Clocher	432
SABLET. Niveau moyen du village	*218
SAIGNON. Clocher	512
SAINT-AMAND (Montagne de), <i>au N. de Suzette</i> . Base du signal.	734
SAINT-ANDIOL, <i>Bouches-du-Rhône</i> . Sommet de la tour.	74
SAINT-CHRISTOL. Niveau moyen du village	*857
SAINT-DIDIER. Clocher.	196
SAINT-GENT (Ermitage de), <i>près de Venasque</i> . Le sol	*360
SAINT-LÉGER. Niveau moyen du village	*370
SAINT-MARTIN-DE-CASTILLON. Clocher	495
SAINT-MARTIN-DE-LA-BRASQUE. Clocher.	377
SAINT-PAUL-TROIS-CHATEAUX, <i>Drôme</i> . Clocher	124
SAINT-RESTITUT, <i>Drôme</i> . Clocher	201
SAINT-ROMAN-DE-MALEGARDE. Sommet de la tour.	215
SAINT-SATURNIN, <i>près d'Apt</i> . Clocher	411
SAINT-SATURNIN, <i>près d'Avignon</i> . Clocher.	73
SAINT-TRINIT. Clocher	859
SAINTE-CÉCILE. Clocher	129
SAINTE-JUSTE (Chapelle de), <i>près de Saint-Paul-Trois-Châteaux</i> . Sommet du toit	246
SAINTE-RADEGONDE (Chapelle de), <i>près de Gargas</i> . Le sol	474
SARRIANS. Clocher	68
SAULT. Sol de l'église	766
SAUMANES (Montagne à l'est de). Pied du signal.	665
SAUVETERRE, <i>Gard</i> . Clocher	78
SAVOILLANS. Niveau moyen du village	*532
SÉGURET. Niveau moyen du village.	*259
SÉRIGNAN. Clocher	104

	Mètres.
SIMIANE, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher	722
SORGUES. Clocher	49
SORGUES (Colline de). Pied du signal	112
SUZE-LA-ROUSSE, <i>Drôme</i> . Clocher	127
THOR (le). Clocher	84
THOUZON. Sommet des ruines	124
TOUR-D'AIGUES (la). Clocher	290
TOURNILLÈRES (les), <i>grange sur le versant S. E. du Ventoux</i>	*1150
TULETTE, <i>Drôme</i> . Clocher	181
VACQUEYRAS. Clocher	147
VAISON. Sommet du château ruiné	296
VAISON. Sur le pont.	*206
VALRÉAS. Clocher	276
VAUCLUSE (Fontaine de). Niveau moyen de la source	*99
VAUCLUSE (Montagne de). Sommet du signal	574
VEDÈNES. Sommet de la tour.	68
VELLERON. Clocher	84
VENASQUE. Clocher	301
VENTOUX (Mont). Point culminant	1909
VENTOUX (Mont). Sommet du signal au S. O. de Savoillans.	1581
VERDOLIER, <i>hameau près de Sault</i> . Niveau moyen	*770
VIENS. Clocher	609
VILLARS. Clocher.	333
VILLEDIEU. Clocher	280
VILLELAURE. Clocher	204
VILLENEUVE-LEZ-AVIGNON, <i>Gard</i> . Pied de l'ancien télégraphe	134
VILLES. Clocher	312
VINON, <i>Basses-Alpes</i> . Clocher	310
VINSOBRES, <i>Drôme</i> . Sommet du temple.	351
VISAN. Clocher	226

ADDITION

A LA NOTICE SUR LES MINES ET LES CARRIÈRES.

En décrivant les gîtes de lignite des terrains tertiaires (page 306), nous avons omis de mentionner trois petites couches de ce combustible, intercalées dans le sein des marnes et des calcaires de la mollasse d'eau douce située au nord de Cucuron. Ces couches, qui offrent de l'intérêt au point de vue géologique, sont sans importance industrielle : elles sont trop peu épaisses et trop irrégulières pour être exploitées séparément avec avantage ; d'un autre côté, elles sont trop éloignées les unes des autres pour qu'un même système de travaux puisse les embrasser.

Le lignite de Cucuron est une espèce de bois bitumineux dans lequel on distingue très-bien la forme et la texture d'arbres dicotylédones ; il brûle facilement et produit une longue flamme blanche, mais en dégageant une forte odeur de soufre. Son analyse a donné les résultats suivants :

Matières volatiles	0.572
Charbon	0.360
Cendres	0.068
	<hr/>
	1.000
Pouvoir calorifique	0.54 ^c

Les cendres contiennent :

Carbonate et sulfate de chaux.	0.006
Oxyde de fer.	0.965
Argile	0.029
	<hr/>
	1.000

La teneur en pyrites est de 0.073.

AVERTISSEMENT

RELATIF AUX COUPES GÉOLOGIQUES.

Les deux planches gravées qui accompagnent cet ouvrage font connaître, l'une avec détails, l'autre d'une manière générale, l'ordre stratigraphique et le relief des couches sur divers points du département. Une légende jointe aux coupes en donne une explication abrégée que l'on complétera, au besoin, en ayant recours à la description géologique des terrains. Afin que ce recours soit plus facile, nous allons indiquer les pages du texte qu'il conviendra de consulter.

Coupe n° 1. p. 142, 156.

— n° 2. — 196.

— n° 3. — 154, 174, 194, 259.

— n° 4. — 151, 257.

— n° 5. — 228.

— n° 6. — 207.

— n° 7. — 208.

— n° 8. — 182.

Coupe n° 9. p. 111.

— n° 10. — 199.

— n° 11. — 75, 80, 109, 127, 128.

— n° 12. — 70, 103, 189.

— n° 13. — 85, 88, 116, 150.

— n° 14. — 72, 108, 201.

— n° 15. — 86, 91, 180, 208, 256.

— n° 16. — 187, 202.

ERRATA.

Page 24, ligne 19 : Lébéron, *lisez* Léberon.

Page 25, ligne 27 : *même faute à corriger.*

Page 68, ligne 7 : leur donne, *lisez* lui donne.

Page 98, ligne 28 : *Orbignianus*, *lisez* *Orbignyanus*.

Page 131, ligne 5 : *même faute à corriger.*

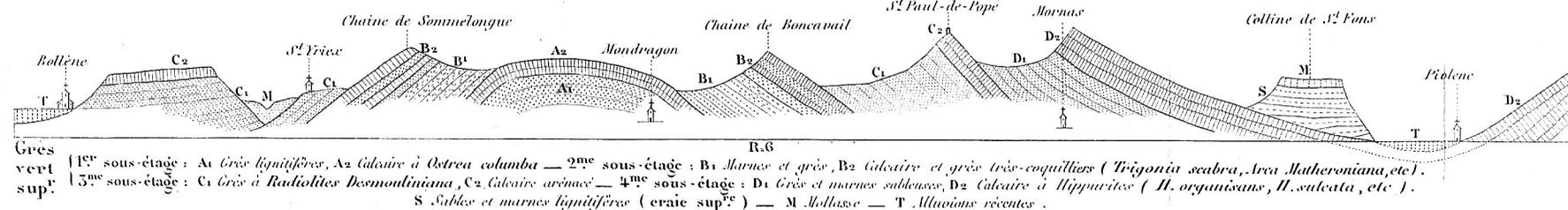
Page 184, ligne 28 : *française*, *lisez* *françaises*.

Page 248, ligne 21 : de 0^m.10 ou 0^m.12, *lisez* de 0^m.10 à 0^m.12.

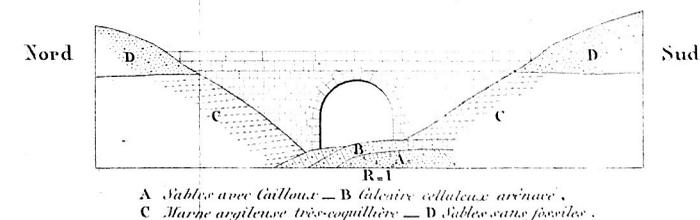
Page 367, ligne 16 : des animaux, *lisez* des groupes d'animaux (1).

(1) Il est essentiel de faire cette dernière correction qui modifie le sens de la phrase.

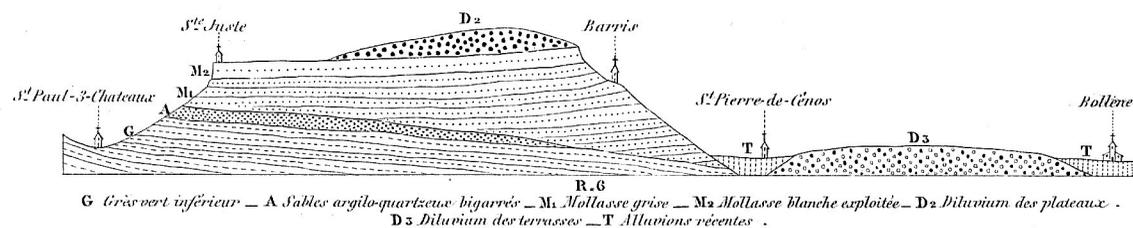
N° 1. Coupe du grès vert supérieur de Bollène à Piolene.



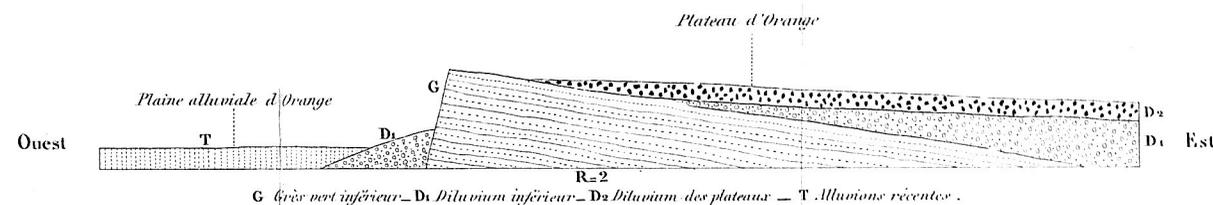
N° 2. Coupe de la mollasse au pont de S^t Yrieix.



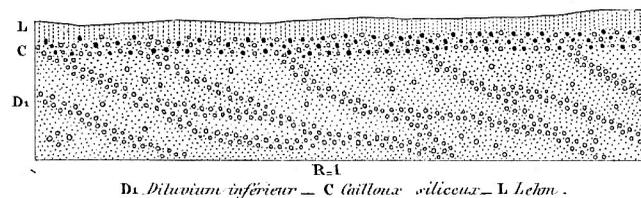
N° 3. Coupe de la colline de S^t Paul-3-Châteaux.



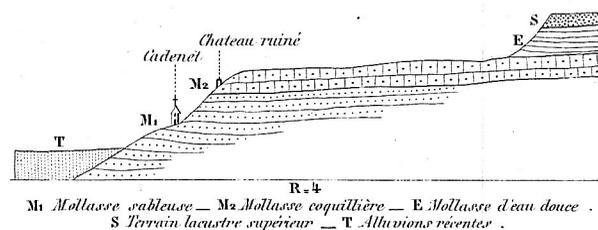
N° 4. Coupe des terrains quaternaires près d'Orange.



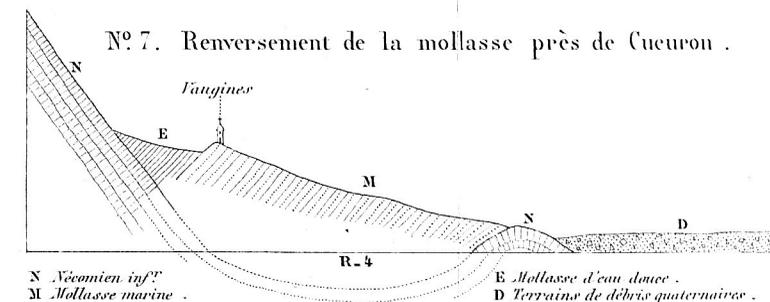
N° 5. Coupe des terrains quaternaires au Pontet.



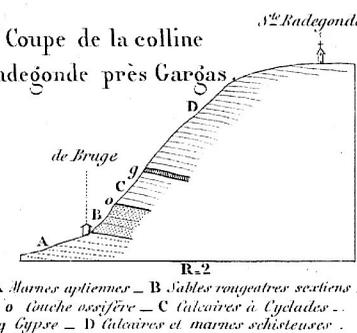
N° 6. Coupe de la mollasse à Cadenet.



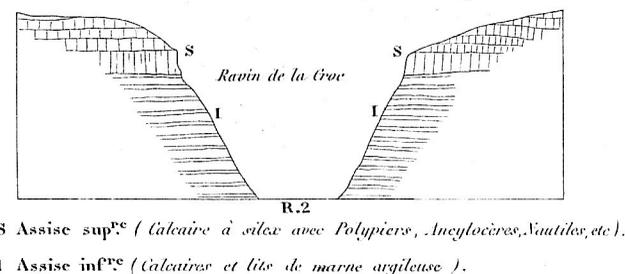
N° 7. Renversement de la mollasse près de Cucuron.



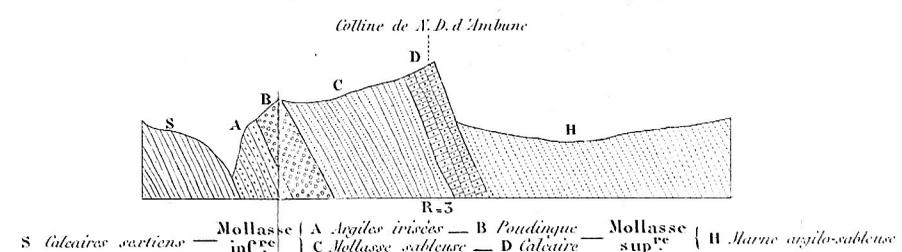
N° 8. Coupe de la colline de S^t Radegonde près Gargas.



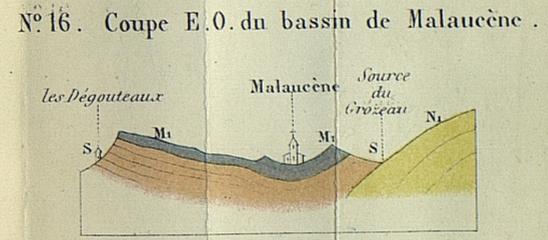
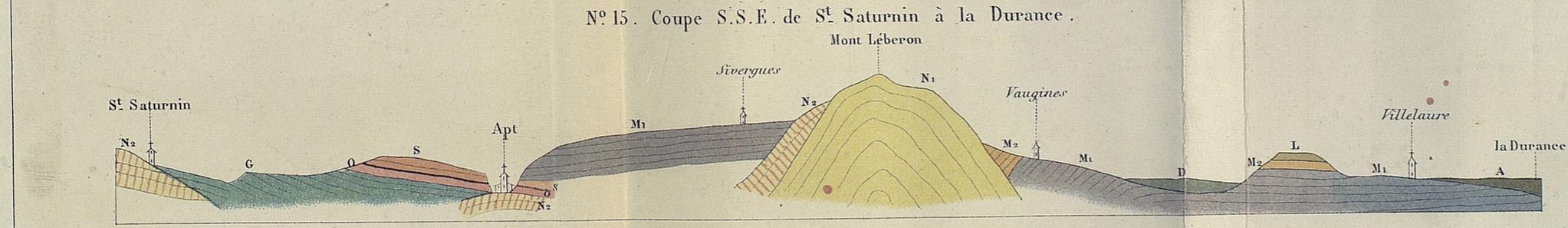
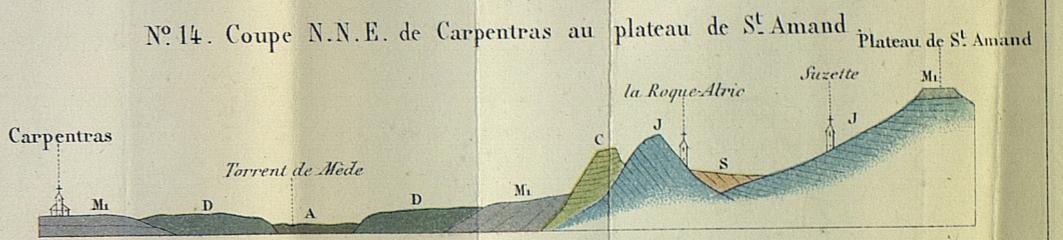
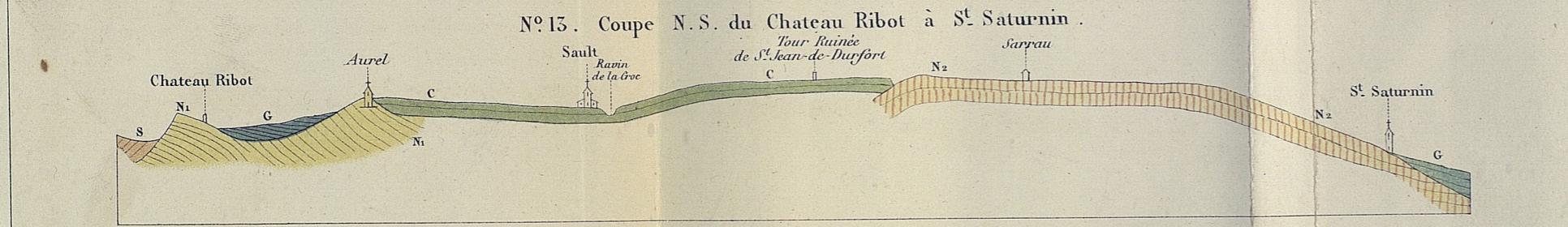
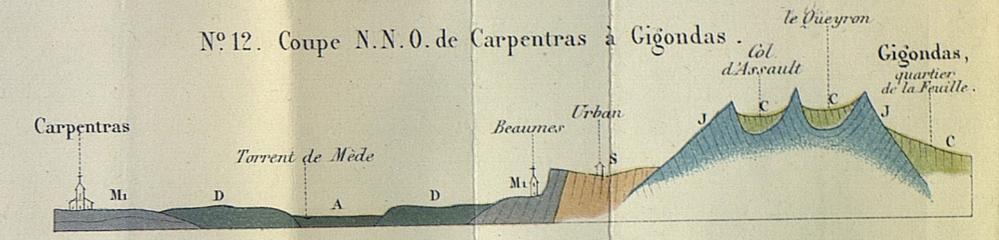
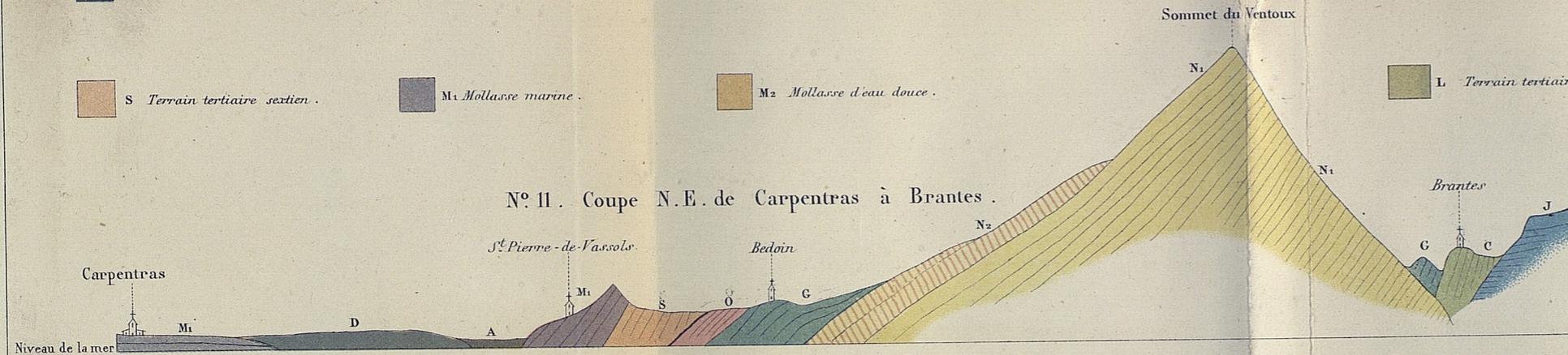
N° 9. Coupe de la formation à Ancyloceras près de Sault.



N° 10. Coupe de la mollasse près de Vacqueyras.



Nota: La lettre R suivie d'un chiffre au-dessous de chaque coupe indique le rapport des échelles, c'est à dire le nombre par lequel il faudrait multiplier les longueurs, sans rien changer aux hauteurs, pour que le dessin fût en proportions géométriques.



Gravé chez Avril freres

Imp. Bequet Paris