

ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DE LA RÉGION DES
VERRIÈRES
(CANTON DE NEUCHÂTEL)

AVEC 17 FIGURES DANS LE TEXTE ET 2 PLANCHES HORS-TEXTE

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

CHARLES MUHLETHALER

Licencié ès sciences



NEUCHÂTEL
IMPRIMERIE CENTRALE S. A.
1932

La Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, sur le rapport de MM. les Professeurs ARGAND et JEANNET, autorise l'impression de la présente thèse sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont contenues.

Neuchâtel, le 1^{er} décembre 1930.

*Le Doyen,
(signé): H. SPINNER.*

ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DE LA RÉGION
DES VERRIÈRES
(CANTON DE NEUCHÂTEL)

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DES VERRIÈRES

(CANTON DE NEUCHÂTEL)

PAR

CHARLES MÜHLETHALER

(AVEC 17 FIGURES DANS LE TEXTE ET 2 PLANCHES HORS-TEXTE)

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Préface	123
Bibliographie	127
PREMIÈRE PARTIE. — <i>Stratigraphie.</i>	
Chapitre I. Généralités	143
Chapitre II. Le Jurassique moyen	143
1. Généralités	143
2. Le Bathonien	144
3. Le Callovien	148
A. Le niveau du Calcaire roux sableux	148
B. La Dalle nacrée	149
Chapitre III. Le Jurassique supérieur	150
1. L'Oxfordien	150
2. L'Argovien	152
A. L'Argovien inférieur	152
B. L'Argovien supérieur	154
3. Le Séquanien	157
A. Le Séquanien inférieur et le Séquanien moyen	159
B. Le Séquanien supérieur	167
4. Le Kiméridgien	172
5. Le Portlandien	185
6. Le Purbeckien	190
Chapitre IV. Le Crétacé	192
1. Généralités	192
2. Le Valanginien	193
A. Le Valanginien inférieur	193
B. Le Valanginien supérieur	197
3. L'Hauterivien	202
A. L'Hauterivien inférieur	202
B. L'Hauterivien supérieur	207
4. Le Barrémien	210
5. L'Albien	212

	Pages
Chapitre V. Les terrains tertiaires	212
1. Le Miocène	212
2. De la gompholite	220
Chapitre VI. Les dépôts glaciaires	222
1. Le terrain glaciaire en général	222
2. Du glaciaire alpin	223
A. La glaciation de Riss	223
B. La glaciation de Würm	225
3. Du glaciaire jurassien ou glaciaire local	227
Chapitre VII. Les dépôts récents	236
1. Les marais et les tourbières	236
2. Les argiles de décalcification	239
3. Les tufs	239
4. Les éboulis	239
5. Les glissements	240
6. Des « murgiers »	240

DEUXIÈME PARTIE. — *Tectonique.*

Chapitre I. Généralités	241
Chapitre II. L'anticlinal du Mont des Verrières-Saint-Sulpice	242
Chapitre III. Le synclinal les Verrières-les Parcs	249
Chapitre IV. L'anticlinal de la Forêt des Cornées	254
Chapitre V. Le synclinal de la Chaux	257
Chapitre VI. L'anticlinal la Citadelle-le Mont du Cerf	260
1. Généralités	260
2. Le flanc méridional du pli	261
3. Le cœur du pli	264
4. Le flanc septentrional du pli	266

TROISIÈME PARTIE. — *Phénomènes karstiques, hydrologie et divers.*

Chapitre I. Les phénomènes karstiques	268
1. Généralités	268
2. Des lapies	268
3. Dolines, entonnoirs et emposieux	269
4. Des gouffres	274
5. La grotte de Chez-le-Brandt	277
6. Les bassins fermés	280
Chapitre II. Les sources et les cours d'eau	281
1. Généralités	281
2. Des sources	282
3. Inventaire des principales sources	283
4. La source de la Reuse ou la Doux	288
5. Les cours d'eau	293
Chapitre III. Sur la morphogénie du cirque de Saint-Sulpice	296

QUATRIÈME PARTIE. — <i>Quelques remarques sur l'orographie du Jura.</i>	298
---	-----

PRÉFACE

Le présent travail est le mémoire explicatif de la feuille 2 de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000^e, feuille en cours d'impression par les soins de la Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles. Cette feuille 2 correspond exactement, par l'étendue, les limites et l'échelle, à l'ensemble formé par les feuilles 276 (La Chaux) et 277 (Les Verrières) de l'Atlas topographique fédéral. Le territoire qu'elle représente est compris, d'autre part, dans la feuille XI de la Carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000^e.

Le territoire précité se terminant d'une part à des limites rectilignes de feuilles, d'autre part à une frontière politique, ne forme évidemment pas une unité naturelle. Cette circonstance, jointe au caractère plutôt global de beaucoup d'études géologiques antérieures, explique que le pays dont il s'agit n'ait jamais été levé ou monographié pour lui-même, et qu'il n'ait guère été figuré que comme partie intégrante de cartes plus étendues. Pour la même raison, les textes géologiques qui concernent ce pays ont le caractère, tantôt de fragments incorporés à l'étude de territoires plus vastes, tantôt d'articles qui apportent leur contribution à la connaissance de points particuliers.

On comprend, dans ces conditions, que la nécessité d'un levé moderne, appuyé d'un texte monographique, se faisait sentir depuis assez longtemps. C'est pourquoi M. le professeur Emile Argand, directeur de l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel, me conseilla d'entreprendre le levé géologique des feuilles 276 et 277, ainsi que la rédaction du présent mémoire. J'ai consacré au levé une bonne partie des étés 1922 à 1927.

La carte géologique du Jura neuchâtelois, publiée en 1839 par Auguste de Montmolin (6 ; 174)¹; la feuille XI de la Carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000^e par Auguste Jaccard (177), parue en 1868 ; la deuxième édition de la même feuille, révisée pour la Suisse par le même auteur (184), marquent les principales

¹ Les chiffres *gras* entre parenthèses renvoient aux numéros de notre Bibliographie, p. 127-142.

étapes de la cartographie géologique concernant immédiatement notre territoire. D'autres cartes, appartenant à la même période et dues à A. Jaccard (179), Philippe de Rougemont et Maurice de Tribolet (178), peuvent être mentionnées ici. A la période qui a suivi la publication de la deuxième édition de la feuille XI appartient la carte hydrologique de M. Hans Schardt (188).

Une deuxième catégorie est formée par les cartes géologiques limitrophes de notre territoire. Les principales sont la feuille 139 (Pontarlier) de la Carte géologique détaillée de la France au 1 : 80 000^e, levée par Marcel Bertrand et parue en 1887 (182); la feuille 127 (Ornans) de la même carte, levée par Wilfrid Kilian avec la collaboration d'Emile Haug et de Louis Rollier, parue en 1893 (183); la Carte géologique de la Côte-aux-Fées au 1 : 25 000^e de Théophile Rittener, parue en 1902 (186); enfin la Carte géologique d'une partie du Val-de-Travers au 1 : 25 000^e levée par Erwin Rickenbach et parue en 1925 (195), alors que nos propres levés étaient déjà en cours d'exécution.

Une troisième catégorie de cartes, assez nombreuses, comme on en jugera par notre bibliographie, comprend les cartes géologiques ou tectoniques à petite échelle embrassant un territoire plus grand que le nôtre.

Beaucoup d'auteurs ont écrit sur notre territoire. Un coup d'œil donné à notre liste d'ouvrages le montrera, encore que cette liste ne mentionne pas seulement les ouvrages où il est traité explicitement de ce coin de pays, mais encore, comme il se doit, ceux où il n'en est question qu'implicitement, à l'occasion de considérations plus générales ou de problèmes plus ou moins parallèles aux nôtres.

Après que la voie eut été ouverte par Louis Bourguet, qui mentionne en 1742 (1) la présence de fossiles sur notre territoire, et que Léopold de Buch, en 1803 (2), dans son « Catalogue d'une Collection des roches qui composent les montagnes de Neuchâtel », eut donné une première description des assises qui forment une partie de notre territoire, les progrès de l'analyse stratigraphique, dus pour une bonne part à Auguste de Montmollin et à Jules Thurmann suivis de beaucoup d'autres savants, rendirent possible dans la période suivante, qu'on peut faire commencer avec le dernier tiers du XIX^{me} siècle, une exploration géologique plus précise. Ce fut l'œuvre d'Auguste Jaccard et plus tard celle de M. Hans Schardt, à qui on doit de nombreuses contributions à la connais-

sance du pays. Les noms de Maurice de Tribolet, de Léon DuPasquier — pour la glaciologie, — puis de M. Ernst Baumberger reviennent fréquemment aussi sur les listes bibliographiques.

On n'attend pas de nous, à cette place, un résumé des travaux si nombreux qui concernent directement ou indirectement notre région : on les trouvera cités dans le texte aux endroits qui nous ont paru le plus convenables. Mais nous ne saurions omettre de dire ici quel précieux secours nous avons maintes fois trouvé dans le vaste répertoire illustré qu'a fait paraître M. Emmanuel de Margerie, *Le Jura*, première partie, Paris 1925 (148).

J'ai l'agréable devoir de présenter mes remerciements les mieux sentis aux personnes qui m'ont aidé dans l'accomplissement de ma tâche, et tout d'abord à M. le professeur Emile Argand qui m'a dispensé sans compter ses enseignements et n'a cessé de marquer son intérêt à mon travail, carte et texte, dès l'instant qu'il m'en a chargé. Je dois aussi remercier M. le professeur Alphonse Jeannet, qui a suivi de près mon travail et m'a communiqué plusieurs observations inédites, en m'autorisant, notamment, à reproduire dans le présent ouvrage sa coupe originale de la galerie des Gars (planche II). En outre, M. Jeannet a eu l'amabilité de déterminer mes Echinodermes et mes fossiles oxfordiens. Je demeure très obligé envers M. le Dr Ernst Baumberger, de Bâle, qui a pris le soin d'étudier et de déterminer mes fossiles de la molasse. J'ai déterminé moi-même tous les autres fossiles. M. le professeur Maurice Lugeon a bien voulu m'autoriser à consulter divers ouvrages dans la bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne ; qu'il en soit vivement remercié. Je dois aussi exprimer ma reconnaissance à M. le professeur Henri Spinner qui m'a donné quelques renseignements généraux sur plusieurs tourbières de la région, et à M. Charles Godet, directeur de la station viticole d'Auvernier, à qui je dois des renseignements sur la composition chimique des eaux de certaines sources de la région.

J'ai aussi des obligations envers M. Marc Jacot-Guillarmod, vétérinaire aux Verrières, qui m'a communiqué les mesures de la grotte de Chez-le-Brandt, prises par feu le Dr Jules Jacot-Guillarmod ; envers M. Edouard Senn, chef des services industriels de la commune des Verrières, qui m'a autorisé à publier des renseignements inédits sur un sondage qu'il avait dirigé à la tourbière

de la Sagnette, et qui m'a signalé diverses sources en m'y conduisant; envers M. Edouard Fatton, garde-forestier de la commune des Verrières, et envers M. Marc Reymond, garde-forestier de la commune des Bayards, qui ont bien voulu m'aider à repérer la position des gouffres dans les forêts.

Notre matériel d'étude, fossiles, roches et coupes minces, est déposé à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel.

Le contenu du présent mémoire (texte et illustrations) a été arrêté le 30 juillet 1930.

Neuchâtel, Institut de géologie de l'Université,
le 10 novembre 1930.

Depuis que les lignes ci-dessus ont été écrites, ma Carte géologique de la région des Verrières a paru, accompagnée d'une brève notice. Il m'a donc paru convenable d'ajouter à la Bibliographie les numéros 173 bis et 198.

Je saisis cette occasion pour renouveler ici l'expression de mes remerciements à la Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles, qui a bien voulu se charger de l'impression de ma carte dans l'Atlas géologique de la Suisse, et à M. le professeur Auguste Buxtorf, président de la Commission, qui en a dirigé l'impression.

La présente monographie paraît dans le Bulletin commémoratif du Centenaire de la fondation de la Société neuchâteloise des sciences naturelles. J'adresse mes vifs remerciements à la Société et à son Comité, qui ont bien voulu accueillir mon manuscrit.

(Addition faite le 23 novembre 1931.)

BIBLIOGRAPHIE

Liata des abréviations les plus fréquentes.

- Arch. Genève* : Archives des Sciences physiques et naturelles.
Beitr. : Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. = *Mat.* : Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse.
B. S. G. F. : Bulletin de la Société géologique de France.
B. S. N. : Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel (à partir du tome XXVI, 1897-1898 : Bulletin de la Société neuchâtoise des Sciences naturelles).
B. S. V. : Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.
Bull. Serv. C. G. F. : Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines.
Ecl. : *Eclogae geologicae Helvetiae*.
Mém. C. G. F. : Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France.
Verh. S. N. G. : Verhandlungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften (später : Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft) = *Actes S. H. S. N.* : Actes de la Société helvétique des Sciences naturelles.
Bibl. : La présente bibliographie.

I. OUVRAGES

1. BOURGUET. Traité des pétrifications avec figures. 4^e, Paris, 1742, Briasson. [Première partie] : XVI-163 p. Seconde partie : 92-11 p., 60 pl. — Nouvelle Edition, corrigée et augmentée. Paris, 1778, C.-A. Jombert, XVIII-326-[VIII] p., 60 pl.
2. Leopold von BUCH. Catalogue d'une Collection des roches qui composent les montagnes de Neuchâtel. 1803. Leopold von Buch's gesammelte Schriften, Bd. I, S. 584-687, 1 fig. Berlin, 1867.
3. — Sur le Val de Travers. 1803. Leopold von Buch's gesammelte Schriften, Bd. I, S. 696-701. Berlin, 1867.
4. — Mémoire sur le gypse de Boudri. 10 juin 1803. Leopold von Buch's gesammelte Schriften, Bd. I, S. 702-709, pl. XIII, fig. 3-5. Berlin, 1867.
- 4^{bis}. EBEL, J. G. Anleitung, auf die nützlichste und genussvollste Art die Schweiz zu bereisen. 3. Auflage, Zürich, 1809-1810, 4 Theile. — I. Theil : XIV-326 S., 6 Taf., 1809. — II. Theil : XVI-572 S., 1 Taf., 1809. — III. Theil : 592 S., 1 Taf., 1810. — IV. Theil : 678 S., 1 Taf., 1810 [cf. IV. Theil, S. 417-418].

5. GILLIÉRON. [Grotte des Verrières vers chez les Brandt.] *Verh. S. N. G.*, 19. Jahresvers., Jahrg. 1834, S. 60. Luzern, 1835.
6. A. DE MONTMOLLIN. Note explicative pour la carte géologique de la principauté de Neuchâtel. *Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel*, t. II, 2 p., 2 pl. col. [dont une carte géol. (*Bibl.* 174) et 1 pl. de coupes]. Neuchâtel, 1839.
7. A. GUYOT. Nouvelles observations sur la dissémination du terrain erratique dans le grand bassin de la Suisse basse et sur les flancs du Jura. *Verh. S. N. G.*, 27. Jahresvers., Altdorf, 1842, S. 132-145.
8. VENETZ. [Sur le glacier du Rhône et les glaciers jurassiens.] *Actes S. H. S. N.*, 28^{me} session, Lausanne, 1843, p. 78.
9. Léo LESQUEREUX. Quelques recherches sur les marais tourbeux en général. 8^e, VII-310 p. Neuchâtel, 1844. *Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel*, t. III, 138 p. Neuchâtel, 1845.
10. [L.] AGASSIZ. [Traces de glaciers dans le Jura.] *B. S. N.*, t. I, 1844-1845-1846; Procès-verbaux, séance du 19 février 1845, p. 172. Neuchâtel, 1847.
11. PIDANCET et LORY. Mémoire sur les relations du terrain néocomien avec le terrain jurassique dans les environs de Ste-Croix (Jura vaudois) et dans le Val-de-Travers. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, 1^{re} série, vol. 3, t. I, 2^{me} livr., 1847, p. 83-88, 1 pl. Besançon, 1847.
12. A. FAVRE. [Lettre à M. Martins.] Sur les anciens glaciers du Jura. *B. S. G. F.*, 2^{me} série, t. V, 1847-1848, p. 63-65.
13. B[ernhard] STUDER. Geologie der Schweiz. 2 Bde., Bern und Zürich, 1851-1853. — Bd. I: 1851; VI-485 S., Fig., 1 geol. Karte col. — Bd. II: 1853; VIII-497 S., Fig.
14. Emile DENOÏT. Essai sur les anciens glaciers du Jura. *Actes S. H. S. N.*, 38^{me} session, Porrentruy, 1853, p. 34-35, 231-247, 8 fig.
15. C. NICOLET. Discours prononcé à l'ouverture des séances de la Société Helvétique des sciences naturelles à la Chaux-de-Fonds, le 30 juillet 1855. *Actes S. H. S. N.*, 40^{me} session, La Chaux-de-Fonds, 1855, p. 5-31.
16. E. DESOR. Les sources du Jura. *Revue suisse*, t. XXI, Neuchâtel, 1858, p. 14-22.
17. Ch. CONTEJEAN. Etude de l'étage kimmérien dans les environs de Montbéliard et dans le Jura[,] la France et l'Angleterre. *Extr. Mém. Soc. Emul. Doubs* (séance du 14 août 1858), 3^{me} série, vol. 4, 1859, p. 1-352, 27 pl., Besançon, 1860. — Autre tirage: [II]-352 p., 27 pl., Paris, 1859, 8^o.
18. E. DESOR et A. GRESSLY. Etudes géologiques sur le Jura neuchâtelois. *Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel*, t. IV, 1^{re} partie, VIII-159 p., 1 carte géol. et 2 pl. Neuchâtel, 1859.
19. J. THURMANN, œuvre posthume terminée et publiée par A. ETALLON. *Lethea Bruntrutana* ou Etudes paléontologique et stratigraphique sur le Jura bernois. *Nouv. Mém. S. H. S. N.*, vol. XVIII-XX, 1861-1864, 500 p., 65 pl. dont 1 carte géol.
20. Auguste JACCARD. Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois et de quelques districts adjacents du Jura français et de la

- Plaine suisse compris dans les Feuilles VI, XI et XVI de l'Atlas fédéral. *Mat.*, [1^{re} série,] 6^{me} livraison, VIII-340-II p., 8 pl. Berne, 1869.
21. Auguste JACCARD. Supplément à la Description géologique du Jura vandois et neuchâtelois. Avec une carte (Feuille VI de l'Atlas fédéral) et quatre planches de profils géologiques. *Mat.*, [1^{re} série,] Livraison 7 [I]; VIII-79 p. Berne, 1870.
 22. A. JACCARD. Quelques mots sur les cartes géologiques et en particulier sur les feuilles VI, XI et XVI de la Carte géologique de la Suisse. *B. S. N.*, t. VIII, 1867-1870, p. 432-443. — *Ibid.*, Proc.-verb., 10 mars 1870, p. 429. Neuchâtel, 1870.
 23. CORNAZ. Notices relatives à l'histoire médicale de Neuchâtel. Première série, IX: Eau minérale des Verrières. *Musée neuchâtelois*, Septième année, Neuchâtel, 1870, p. 298-299.
 24. Ch. MAUTINS. Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois et de la végétation spéciale qui les caractérise. *Bull. Soc. Botanique de France*, t. XVIII, p. 406-433. 1871.
 25. Oswald HEER. Le monde primitif de la Suisse. Traduit de l'allemand par Isaac Demole. XVI-801 p., 368 fig., 18 pl. dont 1 carte géol. col. 1: 1 520 000. Genève et Bâle, 1872.
 26. E. DESOR. Essai d'une classification des cavernes du Jura. *B. S. N.*, t. IX, 1870-1873, p. 69-87, 1 pl. (= 8 fig.). Neuchâtel, 1873. — *Ibid.*, Proc.-verb., séance du 27 avril 1871, p. 43-44.
 27. M. DE TRIBOLET. Notice géologique sur le Mont-Châtelu. Essai de synchronisme entre les terrains du Jura blanc argovien et ceux de la Suisse occidentale. *B. S. N.*, t. IX, 1870-1873, p. 267-295, 2 pl. Neuchâtel, 1873. — *Ibid.*, Proc.-verb., séance du 22 févr. 1872, p. 175-176.
 28. Maurice DE TRIBOLET. Notice géologique sur le cirque de Saint-Sulpice. *B. S. N.*, t. IX, 1870-1873, [Annexe] p. 1-35, pl. I-III. Neuchâtel, 1873. — Proc.-verb., 28 nov. 1872; *ibid.*, p. 331.
 29. Auguste JACCARD. Observations critiques sur deux notices géologiques de M. Maurice de Tribolet. *B. S. N.*, t. IX, 1870-1873, p. 410-416. Neuchâtel, 1873. — Proc.-verb., 20 mars 1873; *ibid.*, p. 408.
 30. Maurice DE TRIBOLET. Recherches géologiques et paléontologiques dans le Jura neuchâtelois. Première partie: Terrains jurassiques supérieurs. *Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel*, t. IV, 2^{me} partie, p. 34-144, pl. I-III. Neuchâtel, 1874.
 31. Ph. DE ROUGEMONT. [Effondrement d'un emposieu près des Bayards.] *B. S. N.*, t. X., 1874-1876, Proc.-verb., 15 mai 1875, p. 167. Neuchâtel, 1876.
 32. [Aug.] JACCARD. Sur la présence d'un dépôt glaciaire avec blocs alpins sur le versant septentrional de Pouillerel. *B. S. N.*, t. X, 1874-1876, Proc.-verb., 27 janv. 1876, p. 264-267. Neuchâtel, 1876.
 33. Em. BENOIT. Note sur une expansion des glaciers alpins dans le Jura central par Pontarlier. *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. V, 1876-1877, p. 61-73, pl. III: carte.

34. A. KLUNGE et M. DE TRIBOLET. Etudes géologiques et chimiques sur quelques gisements de calcaires hydrauliques de l'Oxfordien et de l'Asartien du Jura neuchâtelois et vaudois. *B. S. V.*, vol. XIV, 1876-1877, p. 65-90. Lausanne, 1877.
35. A. JACCARD. Quelques mots sur la carte géologique du Canton de Neuchâtel. *Le Rameau de Sapin*, 12^{me} année, 1878, n° 8, p. 31-32, 5 coupes. Neuchâtel, août 1878.
36. Auguste JACCARD. Carte géologique du Canton de Neuchâtel (fin). *Ibid.*, n° 9, p. 35-36, 1 coupe. Neuchâtel, septembre 1878.
37. Auguste JACCARD. Quelques mots sur la Carte géologique du Canton de Neuchâtel. 4^e, 4 p. autogr., 6 coupes (sans l. ni d.). [Neuchâtel, 1878, réimpression légèrement modifiée de *Bibl.* 35 et 36.]
38. Aug. JACCARD. Notes sur les cartes géologiques, hydrographiques, etc., du Jura destinées à l'Exposition universelle de 1878. *B. S. N.*, t. XI, 1876-1879, p. 220-231. Neuchâtel, 1879.
39. Maurice DE TRIBOLET. Note sur la présence d'une source minérale à Valangin, suivie d'une statistique des sources minérales du canton et de renseignements nouveaux sur quelques-unes d'entre elles. *B. S. N.*, t. XI, 1876-1879, p. 459-470. Neuchâtel, 1879.
40. M. DE TRIBOLET. Etudes géologiques & chimiques sur quelques gisements de calcaires hydrauliques du Vésulien du Jura neuchâtelois. *B. S. V.*, vol. XV, 1877-1878, p. 246-255. Lausanne, 1879.
41. E. FALSAN et E. CHANTRE. Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. 2 vol. 4^e et un atlas folio, Lyon, 1875-1880, Pitrat aîné. — Tome I, 1879: XXVIII-622 p., 43 fig. — Tome II, 1880: 572 p., 147 fig., 6 pl. dont 1 carte. — Atlas, 1875: 6 pl. fol. — Tir. sép. des *Annales Soc. d'agric., hist. nat. et arts utiles de Lyon*, 4^{me} sér., t. VII (1874), X (1877); 5^{me} sér., t. I (1878), II (1879).
42. [A.] JACCARD. [Présentation de] deux cartes du terrain erratique du Jura. *B. S. N.*, t. XII, 1879-1882, p. 281-286; Proc.-verb., 24 févr. 1881. Neuchâtel, 1880 [sic].
43. A. GIRARDOT. L'étage corallien dans la partie septentrionale de la Franche-Comté. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, 5^{me} série, vol. 7, 1882, p. 213-265. Besançon, 1883.
44. A. JACCARD. Note sur les changements du régime des sources dans le Jura neuchâtelois. *B. S. N.*, t. XIII, 1882-1883, p. 170-187. Neuchâtel, 1883.
45. G. MAILLARD. Etude sur l'étage purbeckien dans le Jura. Diss. Univ. Zurich, 78 p., 2 pl. Zurich, 1884.
46. Gustave MAILLARD. Invertébrés du Purbeckien du Jura. Monographie. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. XI, 1884, 159 p., pl. I-III, A-B. Genève, 1884.
47. A. JACCARD. Le lac des Taillères et la source de la Reuse. *Le Rameau de Sapin*, 19^{me} année, p. 9-10, 1 fig. Neuchâtel, 1885.
48. Aug. JACCARD. Essai sur les phénomènes erratiques en Suisse pendant la phase quaternaire, avec une carte réduite. *B. S. V.*, vol. XX, 1884-1885, p. 381-388, 1 pl. Lausanne, 1885.

49. Gustave MAILLARD. Quelques mots sur le Purbeckien du Jura. *B. S. V.*, vol. XXI, 1885-1886, p. 208-218. Lausanne, 1886.
50. Gustave MAILLARD. Supplément à la monographie des Invertébrés du Purbeckien du Jura. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. XII, 1885, 24 p., 1 pl. Genève, 1886.
51. Aug. JACCARD. Note sur la source de la Reuse et le bassin des Taillières. *B. S. N.*, t. XV, 1884-1886, p. 60-64. Neuchâtel, 1886.
52. Gustave DOLLFUS. Quelques nouveaux gisements de terrain tertiaire dans le Jura, près de Pontarlier. *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. XV, p. 179-193, 4 fig. Paris, 1887.
53. Georges BOYER. Remarques sur l'orographie des Monts-Jura. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, 6^{me} série, vol. 2, 1887, p. 257-327, 5 pl. dont 1 carte géol. col. au 1 : 90 000^e et 3 pl. de coupes. Besançon, 1888.
54. L. CAREZ. [Sur la feuille de Pontarlier]. *Annuaire géol. universel*, t. IV, p. 485-486. Paris, 1888.
55. Rudolf HÄUSLER. Les Foraminifères des marnes pholadomyennes de Saint-Sulpice (Val-de-Travers). *B. S. N.*, t. XVI, 1886-1888, p. 74, 85. Neuchâtel, 1888.
56. Louis ROLLIER. Etude stratigraphique sur le Jura bernois. Les faciès du malm jurassien. *Arch. Genève*, 3^{me} période, t. XIX, p. 5-38, 132-184, 1 pl., 1888.
57. A. FALSAN. La période glaciaire étudiée spécialement en France et en Suisse. 8^e, 364 p., 105 fig., 2 pl. Paris, 1889, Alcan.
58. A. JACCARD. Aperçu stratigraphique. In Gustave MAILLARD : Monographie des Mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. XVIII (1891), p. XIII-XXV. Genève, 1892.
59. A. JACCARD. Contributions à l'étude du terrain erratique dans le Jura. *B. S. N.*, t. XX, 1891-1892, p. 124-145. Neuchâtel, 1892.
60. L. ROLLIER. Sur la composition et l'extension du Rauracien dans le Jura. *Ecl.*, t. III, p. 270-293. Lausanne, 1892.
61. [Ch.] DEPÉRET. Note sur la classification et le parallélisme du système miocène. *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. XX, 1892 (C. R. sommaire des séances, 21 nov. 1892, p. CXLV-CLVI). Paris, 1892.
62. [Ch.] DEPÉRET. Sur la classification et le parallélisme du système miocène. *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. XXI, 1893, p. 170-266, 1 fig. Paris, 1893.
63. Rudolf HÄUSLER. Die Lagenidenlamina der Pholadomyenmergel von Saint-Sulpice (Val de Travers). I. Abteilung. *Abhandl. der Schweiz. paläont. Ges.*, Bd. XX, 1893, 40 S., 5 Taf. Zürich, 1893.
64. Auguste JACCARD. Deuxième Supplément à la Description géologique du Jura neuchâtelois, vaudois, des districts adjacents du Jura français et de la plaine suisse. *Mat.*, [1^{re} série,] livraison 7 [II]; XIV-313 p., 8 pl. Berne, 1893.
65. Louis ROLLIER. Structure et histoire géologiques de la partie du Jura central comprise entre le Doubs (Chaux-de-Fonds), le val de Delémont, le lac de Neuchâtel et le Weissenstein. *Mat.*, [1^{re} série,] 8^{me}

- livraison, 1^{er} supplément (joint à la deuxième édition de la feuille VII). XI-237 p., 5 pl., 2 cartes géol. Berne, 1893.
66. A. JACCARD. Contributions à la géologie du Jura. *B. S. N.*, t. XXI, 1892-1893, p. 51-87, 2 fig. h. t. Neuchâtel, 1893.
67. LÉON DU PASQUIER. Le glacière du Val-de-Travers. *B. S. N.*, t. XXII, 1893-1894, p. 1-32. Neuchâtel, 1894. — Proc.-verb., 14 déc. 1893, *ibid.*, p. 310-311; 21 déc. 1893, *ibid.*, p. 313-314.
68. W. KILIAN. Contribution à la connaissance de la Franche-Comté septentrionale. Les collines préjurassiennes et le Jura du Doubs. *Ann. de Géogr.*, t. III, n° 11, p. 319-345, 3 fig., 2 cartes au 320 000^e, dont 1 carte oro-tectonique. 1894.
69. L. ROLLIER. Sur les lapiés du Jura. *B. S. N.*, t. XXII, 1893-1894, p. 54-65. Neuchâtel, 1894. — Proc.-verb., 22 févr. 1894, *ibid.*, p. 319.
70. LÉON DU PASQUIER. Géologie glacière du Val-de-Travers. *Ecl.*, vol. IV (1893-1896), n° 2 (1894), p. 142-144.
71. LÉON DU PASQUIER. Profils du Val-de-Travers. Publication provisoire faite à l'occasion du voyage du Congrès géologique international dans le Jura-Suisse et de la Séance publique de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel à Fleurier en 1894. *B. S. N.*, t. XXII, 1893-1894 (Annexe). 1 carte et 3 pl. de coupes, sans texte. Neuchâtel, 1894. — A part: 1 carte et 3 pl. de coupes, sans texte. 8°. Autogr. F. Gendre, Neuchâtel, s. d. [1894].
72. A. JACCARD. Excursion géologique dans le Jura central. *Livret-guide, Congrès géol. internat.*, VI^{me} session, Zurich; p. 11-17, 7 fig., 1 pl. Lausanne, 1894.
73. E. RENEVIER et H. GOLLIEZ. Voyage géologique dans tout le Jura suisse. *Livret-guide, Congrès géol. internat.*, VI^{me} session, Zurich; p. 81. Lausanne, 1894.
74. Abbé BOURGEAT. Quelques observations nouvelles sur les lapiés, le glacière et la mollasse dans le Jura. *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. XXIII, 1895, p. 414-420. Paris, 1895.
75. L. ROLLIER. Coup d'œil sur les formes et les relations orographiques que déterminent les Faciès du Malm dans le Jura. *B. S. N.*, t. XXIV, 1895-1896, p. 67-76, 1 pl. Neuchâtel, 1896.
76. Henri DOUXAMI. Étude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Annales de l'Univ. de Lyon*, n. s., 1, fasc. 27, IV-312 p., 31 fig., 6 pl. dont 1 carte. 1896.
77. Louis ROLLIER. Le Malm du Jura et du Randen. Étude de nomenclature et de parallélisme stratigraphique. *Congrès géologique international*. Compte-rendu de la sixième session, en Suisse. Août 1894, Zurich, p. 332-342, 2 tabl. Lausanne, 1897.
78. Maurice MUSY. Compte-rendu de l'excursion II dans le Jura central [sous la direction de M. A. Jaccard]. *Congrès géologique international*. Compte-rendu de la sixième session, en Suisse. Août 1894, Zurich, p. 397-399. Lausanne, 1897.
79. LÉON DU PASQUIER. Compte-rendu du voyage circulaire dans le Jura, Excursion IV[,] accompli sous la direction de MM. Renavier et Golliez...

- Congrès géologique international*. Compte-rendu de la sixième session, en Suisse. Août 1894, Zurich, p. 421-437, 7 fig. Lausanne, 1897.
80. E. RENEVIER. Chronographe géologique. Seconde édition du tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du Globe terrestre... [1^{re} éd., 1873-1874]. *Congrès géologique international*. Compte-rendu de la sixième session, en Suisse. Août 1894, Zurich, p. 519-695 et un Annexe contenant 12 tabl. Lausanne, 1897.
81. E. BAUMBERGER et H. MOULIN. La série néocomienne à Valangin. *B. S. N.*, t. XXVI, 1897-1898, p. 150-210, 6 fig. 2 pl. Neuchâtel, 1898. — Proc.-verb., 18 mars 1898, *ibid.*, p. 413-414.
82. Louis ROLLIER. Deuxième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII de la Carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000. *Mat.*, Nouv. série, VIII^{me} livraison, XVI-206 p., 2 cartes géol. au 1 : 25 000^e, 5 pl., 64 fig. Berne, 1898.
83. Alph. FAVRE. Texte explicatif de la Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du Mont-Blanc. Précédé d'une introduction par Ernest FAVRE et suivi d'une biographie de Léon Du Pasquier par Maurice DE TRIBOLET. *Mat.*, [1^{re} sér.] XXVIII^{me} livraison; VI-77 p., 2 portraits h. t. Berne, 1898. [Cf. *Bibl.* 180.]
84. H. SCHARDT. Programme des excursions de la Société géologique suisse qui auront lieu dans le Jura des environs de Neuchâtel à l'occasion de la session annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles et de la Société géologique suisse. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 60-73. Lausanne, 1900.
85. H. SCHARDT. Compte-rendu des Excursions géologiques. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 124-155, pl. 1-3, 15 fig. Lausanne, 1900.
86. E. BAUMBERGER. Über die Ammonitenfauna des Valangien und Hauterivien im Schweizerjura. [Compte rendu]. *Actes S. H. S. N.*, 82^{me} session, Neuchâtel 1899, p. 69. Neuchâtel, 1900.
87. E. BAUMBERGER. Vorläufige Mitteilungen über die Ammonitenfauna des Valangien und Hauterivien im Schweizerjura. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, S. 159-161. Lausanne, 1900.
88. E. BAUMBERGER. Communication sur le Valangien et l'Hauterivien dans le Jura suisse. Compte rendu de la 82^{me} session de la S. H. S. N., Neuchâtel 1899. *Arch. Genève*, 4^{me} pér., t. VIII, p. 472-474. Genève, 1899.
89. [H.] SCHARDT. Le niveau de la *Marne dite à Bryozoaires*. [Compte rendu] *Actes S. H. S. N.*, 82^{me} session, Neuchâtel 1899, p. 71. Neuchâtel, 1900.
90. H. SCHARDT. Quelques observations sur les *Marnes à bryozoaires* des environs de Sainte-Croix (Jura vaudois). *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 123. Lausanne, 1900.
91. [H.] SCHARDT. Quelques observations sur les *Marnes à Bryozoaires* du Néocomien des environs de Ste-Croix. Compte-rendu de la 82^{me} session de la S. H. S. N., Neuchâtel 1899. *Arch. Genève*, 4^{me} pér., t. VIII, p. 476. Genève, 1899.

92. SCHARDT in H. SCHARDT et Ch. SARASIN. Revue géologique suisse pour l'année 1899. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 395-452 [cf. p. 436-437]. Lausanne, 1900.
93. Louis ROLLIER et MAURICE DE TRIBOLET. L'Oxfordien pyriteux dans le canton de Neuchâtel. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 343-348, 1 fig. Lausanne, 1900.
94. E. RENEVIER et H. SCHARDT. Carte géologique de la Suisse au 1:100 000. Notice explicative de la Feuille XI, 2^{me} édition. *Ecl.*, vol. VI, 1899-1900, p. 351-369. Lausanne, 1900.
95. E. RENEVIER et H. SCHARDT. Notice explicative de la feuille XI (2^{de} Ed.) (tracés d'Auguste JACCARD) au 1:100 000. 8^e. Berne, 1900; p. [I-II], 352-369 [les p. 352-369 sont identiques à *Bibl.* 94].
96. E. BAUMBERGER. Ueber Facies und Transgressionen der untern Kreide am Nordrande der mediterrano-helvetischen Bucht im westlichen Jura. Wissenschaftliche Beilage z. Bericht der Töchterschule zu Basel, 1900-1901, 44 S., 2 pl. Basel, 1901.
97. E. FOURNIER. Etude sur la tectonique du Jura franc-comtois. *B. S. G. F.*, 4^{me} série, t. I, p. 97-112, 14 fig. Paris, 1901.
98. Fritz MACHACEK. Beiträge zur Kenntnis der lokalen Gletscher des Schweizer [sic] und französischen Jura. *Mitt. Naturf. Ges. in Bern*, Jahrg. 1901, S. 9-17. Bern, 1902.
99. H. SCHARDT et Aug. DUBOIS. Description géologique de la région des gorges de l'Areuse (Jura neuchâtelois). *B. S. N.*, t. XXX, 1901-1902, p. 195-352, 20 fig., 5 pl. dont 1 carte géol. col. 1:15 000^e. Neuchâtel, 1902.
100. H. SCHARDT. Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 3^{me} fasc.; *B. S. N.*, t. XXX, 1901-1902, p. 404-435, 8 fig. Neuchâtel, 1902. [Cf. XIII. Dépôts glaciaires et tectonique du vallon des Verrières, p. 404-408, 1 fig.]
101. Th. RITTENER. Etude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Ste-Croix et Baulmes. *Mat.*, nouv. série, XIII^{me} livraison, VI-116 p., 8 fig., 5 pl. dont 1 carte géol. col. au 1:25 000^e. Berne, 1902.
102. L. ROLLIER. Sur l'âge des calcaires à *Helix (Tachea) sylvana* von Klein. *B. S. G. F.*, 4^{me} série, t. II, 1902, p. 278-288, 1 fig. Paris, 1902.
103. Ed. BRÜCKNER. Notice préliminaire sur la morphologie du Jura suisse et français. Conférence. *Arch. Genève*, 4^{me} pér., t. XIV, p. 633-641, 1902.
104. H. SCHARDT. Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 4^{me} fasc.; *B. S. N.*, t. XXXI, 1902-1903, p. 253-324, 3 tabl., 3 pl., 12 fig. Neuchâtel, 1903. [Cf. XIX. Considérations sur le parallélisme des niveaux du Dogger dans le Jura neuchâtelois et vaudois, p. 287-312, 3 tabl., 1 pl.]
105. Ernst BAUMBERGER. Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura. I. Teil. *Abhandl. der Schweiz. paläont. Ges.*, Bd. XXX, 60 S., fig., pl. I-III. Zürich, 1903.
106. H. SCHARDT. Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 5^{me} fasc.; *B. S. N.*, t. XXXII, 1903-1904,

- p. 81-139, 13 fig., 2 pl. Neuchâtel, 1904. [Cf. XXV. Origine de la source de l'Areuse (La Doux), p. 118-139, 2 pl. dont 1 carte (*Bibl. 188*).]
107. [H. SCHARDT et Ant. HORTZ]. République & canton de Neuchâtel. Rapport présenté au Conseil d'Etat par la commission d'experts chargée d'examiner les oppositions au drainage de la Vallée de la Brévine. 31 p., 1 carte [*Bibl. 188*], 1 pl. Neuchâtel, 1904, Imp. Nater.
108. J. FRÜH und C. SCHRÖTER. Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Mit einer Moorkarte der Schweiz in 1:500 000, 45 Textbildern, 4 Tafeln und vielen Tabellen. *Beiträge zur Geol. der Schweiz, Geotechnische Serie*, Lief. III, XVIII-751 S. Bern, 1904.
109. E. FOURNIER. Nouvelles études sur la tectonique du Jura franc-comtois. *B. S. G. F.*, 4^{me} série, t. IV, p. 497-512, 14 fig. Paris, 1904.
110. H. SCHARDT. Der Parallelismus der Stufen des Doggers im zentralen und im südlichen Juragebirge, *Ecl.*, t. VIII, S. 451-469, 1 Taf. Lausanne, 1905.
111. Fritz MACHANEK. Der Schweizer Jura. Versuch einer geomorphologischen Monographie. *Petermanns Geogr. Mitt.*, Ergänzungsband XXXII, 1906, Heft 150, Gotha, 1905; VIII-148 S., 13 Abb., 2 Taf.
112. E. BAUMEERGER. Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura. II. Teil. *Abhandl. der Schweiz. paläont. Ges.*, Bd. XXXII, 1905, 80 S., fig., pl. IV-XIII. Zürich, 1906.
113. H. SCHARDT. Note sur l'origine des sources vaclusiennes de la Doux (Source de l'Areuse) et de la Noiraigue. Canton de Neuchâtel (Suisse). *Bull. Soc. Belge de Géol., Pal. et Hydrol. (Bruxelles)*, t. XIX, 1905, p. 559-570, 1 fig., 1 pl. Bruxelles, 1906.
114. Jules FAYRE et Maurice THIÉBAUD. Monographie des marais de Pouillierel. *B. S. N.*, t. XXXIV, 1905-1907, p. 25-87, 18 fig. Neuchâtel, 1907.
115. H. SCHARDT. Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 7^{me} fasc.; *B. S. N.*, t. XXXIV, 1905-1907, p. 186-280, 14 fig., 1 pl. Neuchâtel, 1907. [Cf. XXXII. Notes sur la Géologie du Cirque de Saint-Sulpice, p. 251-263, 4 fig.]
116. Edmond JULLERAT. Relations entre le Malm du Jura central et celui du canton d'Argovie. Etude présentée à la Fac. de Philos. de l'Univ. de Berne pour l'obtention du titre de docteur. 72 p., 1 pl. Genève, 1907, Soc. Génér. d'Impr.
117. André DELEBECQUE. Contribution à l'étude des terrains glaciaires des vallées du Doubs et de ses principaux affluents. *Bull. Serv. C. G. F.*, t. XVII, 1905-1906, n° 115, p. 156-162 (C. R. des collab. pour la campagne de 1906). Paris, 1907.
118. Ch. GUYON. Nouvelle géographie illustrée du département du Doubs. Besançon, 1907.
119. L. COLLOT. Feuille de Dijon au 320 000^e. Révision de la feuille de Pontarlier au 80 000^e. *Bull. Serv. C. G. F.*, t. XIX, 1908-1909, n° 122, p. 66-71, 2 coupes (C. R. des collab. pour la campagne de 1908). Paris, 1909.

120. André DELEBECQUE. Sur les terrains glaciaires des feuilles de Besançon, Pontarlier et Lons-le-Saulnier. *Bull. Serv. C. G. F.*, t. XIX, 1908-1909, n° 122, p. 72-77 (C. R. des collab. pour la campagne de 1908). Paris, 1909.
- 120^{bis}. E. FOURNIER. Examen des projets d'alimentation en eau potable présentés par les communes des départements du Doubs, du Jura, du territoire de Belfort et d'une partie des Vosges. *Bull. Serv. C. G. F.*; t. XIX, 1908-1909, n° 122, p. 79-85 (C. R. des collab. pour la campagne de 1908). Paris, 1909.
121. Emm. DE MARGERIE. La structure du Jura. *Actes S. H. S. N.*, 92^{me} session, Lausanne, t. 1, p. 40-68. 1909.
122. Gustave F. DOLLFUS. Essai sur l'étage aquitainien. *Bull. Serv. C. G. F.*, t. XIX, 1908-1909, n° 124, p. 379-506, 5 pl. Paris, 1909.
123. Albrecht PENCK und Eduard BRÜCKNER. Die Alpen im Eiszeitalter. 3 Bde., XXXVI-1200 S., 30 Taf., 19 Karten. Leipzig, 1909, Tauchnitz.
124. Dictionnaire géographique de la Suisse, publié sous les auspices de la Société neuchâteloise de Géographie et sous la direction de Charles KNAPP, Maurice BOREL et de V. ATTINGER. 6 tomes. Neuchâtel, 1902-1910, Attinger frères.
[Articles : *Bayards /Les/*, t. 1, p. 170; *Brévine (vallée de la)*, t. 1, p. 328, 1 carte; *Jura* (Louis ROLLIER), t. 2, p. 634-649, avec fig. et cartes; *Neuchâtel (canton de)* [Etendue, orographie et géologie (H. SCHARDT), t. 3, p. 470-474, fig. et cartes]; *Saint-Sulpice* (C. Neuchâtel, D. Val-de-Travers), t. 4, p. 356-357, 1 fig. 1 profil; *Suisse (Confédération)* [II. Configuration du sol (H. SCHARDT), t. 5, p. 101-164, fig. et cartes]; *Taillères (Lac des)* (C. Neuchâtel, D. du Locle), t. 5, p. 616, 1 fig.; *Verrières /Les/* (C. Neuchâtel, D. Val-de-Travers), t. 6, p. 316-318, 1 fig., 1 profil.]
125. L. COLLOT. Feuille de Dijon au 320 000^e (Révision de la feuille de Pontarlier au 80 000^e). *Bull. Serv. C. G. F.*, t. XX, 1909-1910, n° 126, p. 467-473 (C. R. des collab. pour la campagne de 1909). Paris, 1910.
126. Auguste DUBOIS. La Dernière Glaciation dans les Gorges de l'Areuse et le Val-de-Travers. Discours adressé à l'Assemblée générale du Club Alpin Suisse, réunie à Neuchâtel, le 10 juillet 1910. 8^e, 31 p., 2 fig. Neuchâtel, 1910, Attinger frères.
127. J. LAMBERT. Description des Echinides des terrains néogènes du Bassin du Rhône. 1^{re} partie, p. 1-48, pl. I-III. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. XXXVII. Genève, 1910.
128. Emile HAUG. Traité de géologie. 2 vol. 8^e, 2024 p., 485 fig. et cartes, 135 pl. Paris, 1907-1911, Colin. — Vol. I : p. 1-538, 195 fig. et cartes, 71 pl., 1907 [deuxième tirage, 1911]. — Vol. II : p. 539-2024, 290 fig. et cartes, 64 pl., 1908-1911.
129. Louis ROLLIER. Révision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes en général et de la Molasse subalpine suisse en particulier. *Nouv. Mém. S. H. S. N.*, vol. XLVI, *Mém.* 1, 87 p., 7 tabl., 8 fig., 2 pl. Basel, Genf und Lyon, 1911, Georg & C^{ie}.

130. Jules FAVRE. Description géologique des environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. *Ecl.*, vol. XI, p. 369-475, 36 fig., 2 pl. dont 1 carte. 1911.
131. Louis ROLLIER. Les Faciès du Dogger ou Oolithique dans le Jura et les régions voisines. Mémoire publié par la fondation Schnyder von Wartensee à Zurich. 4°, 352 p., 56 fig., 9 tables. Georg & Cie, Genève et Bâle. Zurich, 1911.
132. L. ROLLIER. Nouvelles études sur les Terrains tertiaires et quaternaires du Haut-Jura. *Actes Soc. jurass. d'Emulation*, deuxième série, vol. 17, année 1910-1911, p. 85-129, 7 fig. Porrentruy, 1912.
133. Julius WEBER. Geologische Wanderungen durch die Schweiz. Eine Einführung in die Geologie. Hrg. vom Schweizer Alpen-Club, Bd. 1, VIII-256 S., 60 Fig., ohne Ort und Datum [1912], Verlag des Central-Comitee des S. A. C.
134. Roman FREI. Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. *Beitr.*, n. F., Lief. XLI (II), S. 41-60 u. Taf. V (Karte der diluvialen Gletscher der Schweiz, Spezialkarte Nr. 74 [cf. *Bibl.* 192]). Bern, 1912. — Dazu 1 S. Korrektur [Bern, 1913].
135. W. KILIAN. Unterkreide (Palaeocretacicum). *Lethaea geognostica* hrg. v. Fritz Frech, II. Teil, Bd. 3, Erste Abteilung, Lief. 1, 2, 3; Stuttgart, 1907, 1910, 1913; (Lief. 1, 1907: S. 1-168, 2 Karten, Fig.; Lief. 2, 1910: S. 169-288 [I-II], Taf. A-D, 1-8, 4 Tabellen; Lief. 3, 1913: S. 289-398, Taf. 9-14, 1 Karte, 1 Tabelle, Fig.) [inachevé].
136. Etienne JOKOWSKY et Jules FAVRE. Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). *Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, vol. 37, fasc. 4, 1913, p. 295-523, 56 fig., 1 carte géol., 29 pl.
137. Albert HEIM. Die horizontalen Transversalverschiebungen im Jura-gebirge. Geologische Nachlese Nr. 22. *Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich*, Jahrg. 60, 1915, S. 597-610, mit einer tektonischen Kartenskizze des Juragebirges in 1:2000000.
138. Henri BUHLER. Un glacier jurassien. [Tirage séparé sans indic. de pér., de lieu et de date]; p. 41-47, 1 fig. [1915].
139. Aug. DUBOIS. Le menhir du Combasson. *Le Rameau de Sapin*, 50^{me} année, p. 2-5, 1 fig. Neuchâtel, 1916.
140. Lucien CAYEUX. Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. 4°, 1 vol. de texte et 1 atlas. *Mém. C. G. F.*, Paris, 1916, Impr. Nat. — Texte: VIII-524 p., 80 fig. — Atlas: p. I-X, 56 pl.
141. Christian SPRECHER. Beitrag zur Kenntnis der Querstörung Mollens-Vallorbe-Pontarlier. Inaug.-Diss. Univ. Bern. 86 S., 3 Taf. Burgdorf, 1917.
142. Louis ROLLIER. Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires (mésozoïques) du Jura et des contrées environnantes. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. XLII (1917), 6^{me} partie, p. 503-696, pl. 33-40. Genève, 1917.

143. Henri LAGOTALA. Etude géologique de la région de la Dôle. La Dôle, Noirmont, Saint-Cergue, Arzier, Trélex, Nord de la Rippe, etc. 1913-1917. (Texte explicatif de la carte spéciale N° 88). Avec 1 carte au 1:25 000, 1 planche de profils et [15] figures. *Mat.*, nouv. série, XLVI^{me} livraison, IV^{me} partie, VIII-39 p. Berne, 1920.
144. Emile ARGAND. Plissements précurseurs et plissements tardifs des chaînes de montagnes. Discours d'ouverture de la 101^{me} session de la Société Helvétique des Sciences naturelles, prononcé le 30 août 1920, à Neuchâtel. *Actes S. H. S. N.*, 101^{me} session, Neuchâtel, 1920; II^{me} partie, p. 13-39, 2 fig. Aarau, 1921.
145. Aug. DUBOIS. Catalogue des gros blocs erratiques de la zone externe. *Le Rameau de Sapin*, II^{me} série: 5^{me} année, n° 2, p. 12-14. Neuchâtel, 1921.
146. Johann Heinr. BASCHONG. Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen-Horizonte in der Untern-Kreide des westschweizerischen und französischen Jura. Inaug.-Diss. Zürich, 1921. *Mém. Soc. paleont. suisse*, vol. XLV, 78 S., 1 geol. Karte, 4 Fig. Genève, 1921.
147. Albert HEIM. Geologie der Schweiz. 2 Bde. in 3 Teilen. 8°, Leipzig, 1916-1922, Tauchnitz. — Bd. I, 1916-1919, XX-704 S., 27 Tab., 135 Fig., 31 Taf. — Bd. II, erste und zweite Hälfte, 1919-1922, XI-XXVI-1018 S., 23 Tab., 254 Fig., 45 Taf.
148. Emm. DE MARGERIE. Le Jura. Première partie. Bibliographie sommaire du Jura français et suisse (orographie, tectonique et morphologie). 1^{er} vol. 4° et une pochette séparée in-folio. *Mém. C. G. F.* Paris, 1922, Impr. Nationale, XII-642 p., 183 fig., 12 pl. (I, II, VIII, XII, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXVII-XXX), [pl. I, II, XXVIII-XXX en pochette].
149. E. FOURNIER. Explorations souterraines en Franche-Comté. Les gouffres. 8°, [I]-212 p., 51 fig. Besançon, 1923, Impr. Jacques et Demoutrond.
150. E. FOURNIER. Explorations souterraines En Franche-Comté. Grottes et rivières souterraines. 8°, 186-[II] p., 59 fig. Besançon, 1923, La Solidarité, impr. coop. ouvrière.
151. E. FOURNIER. La Recherche et le Captage des eaux potables en Franche-Comté. 8°, 119 p., 32 fig. Pontarlier, 1924, Faivre-Vernay.
152. S. GILLET. Etudes sur les Lamellibranches néocomiens. *Mém. S. G. F.*, nouv. série, mém. n° 3, 339 p., 95 fig., 2 pl., 4 cartes. Paris, 1924-1925.
153. Charles-Emile PERNET. Monographie du lac des Taillères. Contribution à l'étude de la faune des eaux du Jura. Thèse Univ. Neuchâtel; 86 p., 6 pl. Aarau, o. D. [1925].
154. Jules FAVRE. La flore du cirque de Moron et des Hautes Côtes du Doubs. Etude de géographie botanique. *B. S. N.*, t. XLIX, 1924, p. 3-130, 5 fig. Neuchâtel, 1925.
155. Alph. JEANNET et Ch.-Daniel JUNOD. Sur les terrains qui forment la limite du Dogger et du Malm dans le Jura neuchâtelais. *B. S. N.*, t. XLIX, 1924, p. 166-193, 2 fig. Neuchâtel, 1925.
156. [L.] MARTENET. Projet d'exhaussement du lac des Taillères. *B. S. N.*, t. XLIX, 1924, procès-verbaux, p. 204-206. Neuchâtel, 1925.

157. A. JEANNET. Géologie de la vallée de la Brévine et du lac des Tailières. *B. S. N.*, t. XLIX, 1924, procès-verbaux, p. 207-209. Neuchâtel, 1925.
158. H. SPINNER. Des tourbières et de leur évolution. *B. S. N.*, t. XLIX, 1924, procès-verbaux, p. 212-213. Neuchâtel, 1925.
159. J. LAMBERT. Echinides de la molasse marine du Jura neuchâtelois. *Ecl.*, vol. XIX, p. 250-254. Bâle, 1925.
160. A. JEANNET. Bloc erratique des Verrières. *Le Rameau de Sapin*, II^{me} série: 9^{me} année, n^o 3, p. 32-33, 1 fig. Neuchâtel, 1925.
161. Erwin RICKENBACH. Description géologique du territoire compris dans les feuilles 278 et 280 de l'Atlas topographique de Siegfried, savoir du Val-de-Travers entre Fleurier et Travers [,] du cirque de Saint-Sulpice et de la vallée de la Brévine. *B. S. N.*, t. L, 1925, p. 1-76, 4 pl. dont 1 carte géol. col. au 1:25 000^e, 1 carte tecton. au 1:25 000^e et 1 pl. de coupes au 1:25 000^e. Neuchâtel, 1926.
162. Alph. JEANNET. L'Hydrologie du Jura. Communication présentée à la 53^{me} assemblée générale de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, le 22 août 1926, à La Chaux-de-Fonds. *Bull. Mens. Soc. suisse de l'Ind. du gaz et des eaux*, n^o 12, année 1926, 11 p., 3 fig.
163. A. JEANNET. Le lac des Tailières. *Le Rameau de Sapin*, II^{me} série: 10^{me} année, n^o 2, p. 19-24; n^o 3, p. 29-35, et Notes de la Rédaction, p. 35-36. Neuchâtel, 1926.
164. Emm. DE MARTONNE. Traité de géographie physique. 4^{me} éd., 3 vol. 8^o; XII-1518 p., 494 fig., 64 pl. h. t., 2 planisphères col. h. t. Paris, 1925-1927, Colin. — Tome I: p. I-XII, 1-496, fig. 1-193, pl. I-VI, 2 planisph., 1925. — Tome II: p. 497-1058, fig. 194-400, pl. VII-LII, 1926. — Tome III (avec la collaboration de Aug. CHEVALIER [et] L. CUËNOR): p. 1059-1518, fig. 401-494, pl. LIV-LXV, 1927 [la pl. LIII manque à l'édition].
165. Henri SPINNER. Le climat de la vallée de la Brévine et du vallon des Verrières. *B. S. N.*, t. LI, 1926, p. 20-52, 1 fig., 3 pl. Neuchâtel, 1927.
166. Georges CHABOT. Les plateaux du Jura central. Etude morphogénique. *Publications de la Fac. des Lett. de l'Univ. de Strasbourg*, fasc. 41; 350 p., 85 fig., 4 pl. h. t. Paris, 1927.
167. E. BAUMBERGER. Über neue Garnierien der Unterkreide. *Verh. S. N. G.*, 108. Jahresvers., Basel, 1927, II. Teil, S. 233; Aarau, 1927.
168. E. BAUMBERGER. Die Fauna der Silvanaschichten im Tafeljura der Kantone Baselland und Solothurn. *Verh. Naturf. Ges. in Basel*, Bd. XXXVIII, S. 147-163, Taf. II. Basel, 1927.
169. Alph. JEANNET. Sur la géologie du Grand Savagnier (Val-de-Travers, Canton de Neuchâtel). *Ecl.*, vol. XX, p. 252-256. Bâle, 1927.
170. M. REICHEL. Confère fossile trouvé dans les couches à ciment (Argovien) de Saint-Sulpice. (Avec 3 figures et 1 planche hors texte). *B. S. N.*, nouv. série, t. I, 1927 (t. LII de la collection), p. 125-130, 3 fig., 1 pl. Neuchâtel, 1928.
171. E. BAUMBERGER. Beitrag zur Kenntnis der Garnierien aus der schweizerischen und französischen Unterkreide. Mit 1 Taf. und 6 Textfig. *Ecl.*, vol. 21, S. 218-226, 6 Fig., Taf. XXV. Bâle, 1928.

172. C. MURLETHALER. La géologie de la région des Verrières. *Le Rameau de Sapin*, II^{me} série: 12^{me} année, n^o 3, p. 21-22. Neuchâtel, 1928.
173. Ch[ar]le[s] GODET. Influence de la nature du sol sur la végétation. *Le Rameau de Sapin*, II^{me} série: 12^{me} année, n^o 4-5, p. 27-32. Colombier, 1928.
- 173^{bis}. (Addition.) C. MURLETHALER. Notice explicative [de la] Feuille 2 [de l']Atlas géologique de la Suisse 1 : 25 000. 1-6 p., Berne, 1930, A. Francke S. A. [cf. *Bibl.* 198].

II. CARTES.

174. A. DE MONTMOLLIN. [Carte géologique du Jura neuchâtelois]. *Mém. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel*, t. II, 1839 [pl. h. t. col.]. Echelle de 1 : 96 000. [La Carte de la Principauté de Neuchâtel, par J. F. D'OSTERWALD, sert de fond. Coloriage incomplet. Cf. *Bibl.* 6].
175. DUFRENOY et Elie DE BEAUMONT. Carte géologique de la France exécutée... par MM. — — — — —, ... terminée en 1840, ... [Echelle 1 : 500 000^e]. 6 fol. col.; Paris s. d. [1841], Impr. Louis Antoine. — [Texte:] Explication de la carte géologique de la France rédigée... par MM. — — — — —. 3 vol. 4^e, Paris, 1841-1873. — Tome premier, P., 1841, Impr. Royale: XXIV-825 p., 71 fig., 1 pl. col. (= Tableau d'assemblage [Echelle 1 : 2 000 000^e] des Six Feuilles de la Carte géologique de la France exécutée... par MM. — — — — —, ... publiée en 1841, ...). — Tome deuxième, P., 1848, Impr. Nationale: XII-813 p., 104 fig. — Tome troisième, première partie [seule parue], P., 1873.
[La feuille 4 de la carte comprend tout le Jura; le texte, inachevé, ne contient pas de description de la chaîne du Jura].
176. B. STUDER et A. ESCHER VON DER LINTH. Carte géologique de la Suisse [1^{re} édition, 1853]. 2^{me} édition revue et corrigée... par Isidor BACHMANN. Réduction [sic] 1 : 380 000. Winterthur [1867], Wurster, Randegger & Co. 1 fol. col.
177. Carte géologique de la Suisse. Echelle 1 : 100 000^e. Blatt XI. Pontarlier-Yverdon [1^{re} édition 1868]. 1 fol. col., par Aug. JACCARD.
178. Ph. DE ROUGEMONT et M. DE TRIBOLET. Carte géologique du canton de Neuchâtel. Coloriée par Maurice DE TRIBOLET et publiée par MM. — — — et — — —. Neuchâtel, s. d. [1877]. 1 fol. col. imprimée sur la «Carte du canton de Neuchâtel dessinée d'après la carte de l'état-major fédéral» par A. DE MANDROT. Echelle 1 : 100 000. [Le titre de la carte géol. consiste en un papillon collé à côté du titre de la carte topogr.].
179. A. JACCARD. Carte géologique du Canton de Neuchâtel. 1860-1877. [Echelle approximative 1 : 174 000^e]. 1 fol. col., Neuchâtel s. d. [1878], H. Furrer. [Notices explicatives: *Bibl.* 35, 36, 37, 38].
180. Alphonse FAVRE. Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du Mont-Blanc. Echelle 1 : 250 000. Publiée par la Comm. géol. de la Soc. helv. des sc. nat., 4 fol. col., 1884. — (Texte explicatif in *Bibl.* 83.)

181. G. VASSEUR et L. CAREZ. Carte géologique de la France à l'échelle du 1 : 500 000^e. 48 feuilles, Paris, 1884-1886 [cf. Feuille IX N-E].
182. Carte géologique détaillée de la France. Echelle 1 : 80 000^e. Feuille 139, Pontarlier. Levée par M[arcel] BERTRAND (1 fol. color. avec une Notice explicative de deux colonnes). 1887.
183. Carte géologique détaillée de la France. Echelle 1 : 80 000^e. Feuille 127, Ornans. Levée par W. KILIAN avec la collaboration de [E.] HAUG et de L. ROLLIER (1 fol. color. avec une Notice explicative de deux colonnes par W. KILIAN). 1893.
184. Carte géologique de la Suisse. Echelle 1 : 100 000. Blatt XI. Pontarlier-Yverdon. Deuxième [sic] édition géologique, 1893. Tracés et revision [sic] géologique par A. JACCARD pour la Suisse. Réduction pour la France d'après Marcel BERTRAND. 1 fol. col. 1893. [Notices explicatives: *Bibl.* 94, 95].
185. Geologische Karte der Schweiz 1 : 500 000... bearbeitet im Auftrage der Schweizer. geolog. Commission von Alb. HEIM & C. SCHMIDT. Hrsg. v. d. Schweiz. geol. Comm., 1 fol. col. 1894.
186. T. RITTENER. Carte géologique de la Côte aux Fées et des environs de Ste-Croix et Baulmes. 1902. Echelle 1 : 25 000. [Carte spéciale n° 30]. (Feuille [pl.] V in *Bibl.* 101).
187. J. FRÜH. Moorkarte der Schweiz. 1903. Maasstab 1 : 530 000 (Taf. V in *Bibl.* 108).
188. H. SCHARDT. Carte Hydrologique de la Région tribulaire des Sources de l'Areuse. Echelle 1 : 100 000. [1904]. (Pl. I in *Bibl.* 106 et pl. non numérotée in *Bibl.* 107).
189. Carte structurale du Jura au 1 : 400 000^e. Dressée par G. DE LA NOË, 1893. Publiée en 1905. [En cartouche:] Carte hypsométrique du Jura au 1 : 800 000^e. — G. DE LA NOË et Emm. DE MARGERIE, Etudes sur le Tracé des Cours d'Eau de la France, Planche 1. (= Pl. I in *Bibl.* 148, Paris, 1922 [cf. *ibid.*, p. 561]).
190. Louis ROLLIER. Carte de l'extension actuelle du grès coquillier (Muschelsandstein) et de la Molasse marine helvétique subalpine suisse. 1910. Echelle 1 : 1 000 000. Basel, Genf u. Lyon, 1911. (Pl. I in *Bibl.* 129).
191. Geologische Karte der Schweiz 1 : 500 000... hrsg. v. d. Schweiz. geolog. Commission... bearbeitet von Alb. HEIM und C. SCHMIDT. II. Auflage 1911. 1 fol. col. (Mit einem Heft Erläuterungen (Alb. HEIM), 14 S. Aarau, 1912).
192. Roman FREI. Karte der diluvialen Gletscher der Schweizeralpen nach den vorhandenen Materialien und einigen eigenen Beobachtungen zusammengestellt von — —. Masstab. 1 : 1 000 000. *Beitr.*, Spezialkarte Nr. 74, 1912. 1 Bl. col. (= Taf. V in *Bibl.* 134).
193. C. SPRECHER. Teklonische Karte des Störungsgebietes Mollens-Vallorbe-Pontarlier. Masstab 1 : 100 000. [Schwarzdruck ohne Topographie] [1917] (pl. sans numéro in *Bibl.* 141).
194. Ch. JACOT-GUILLARMOD. Carte des bassins fermés du Jura suisse, dressée par — — —. Echelle de 1 : 100 000. 2 fol. col. (Pl. XXVIII et XXIX in Emm. DE MARGERIE, Le Jura. Première partie... 1922, *Bibl.* 148).

195. E. RICKENBACH. Carte géologique 1:25 000 de la région du Val-de-Travers entre Travers et Fleurier[,] du cirque de St-Sulpice et de la vallée de la Brévine. 1925. 1 fol. col. (= 1 pl. sans numéro in *Bibl.* 161. Neuchâtel, 1926).
196. E. RICKENBACH. Carte tectonique 1:25 000 représentant la surface de contact du Séquanien et du Kiméridgien dans les limites de la carte géologique du Val-de-Travers[,] du cirque de St-Sulpice et de la vallée de la Brévine. 1925. — 1 pl. sans numéro in *Bibl.* 161. Neuchâtel, 1926.
197. Carte géologique de la France à l'échelle du 1:320 000^e. Feuille 19, Dijon. — 1927.
198. (*Addition.*) C. MUHLETHALER. Atlas géologique de la Suisse 1:25 000. N° 2. Feuilles 276 La Chaux, 277 Les Verrières. Publié par la Commission géologique de la Soc. helv. des sc. nat., 1930. 1 fol. color. avec une Notice explicative sur 2 colonnes.
-

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

CHAPITRE PREMIER

Généralités.

Les terrains qui constituent l'ossature de la région des Verrières embrassent la série du Bathonien au Barrémien, une partie de la molasse miocène, des traces de glaciaire alpin, un placage plus important de glaciaire jurassien et quelques dépôts récents de peu d'étendue. Les affleurements sont en général assez restreints dans ce pays de forêts et de pâturages, aussi les séries ne sont-elles nulle part continûment visibles sur une très grande épaisseur. Les accidents naturels qui découvrent le sous-sol sur de grandes surfaces sont peu nombreux.

Le cirque de Saint-Sulpice, à la limite de notre carte, présente seul des conditions d'étude relativement favorables. Les coupes détaillées de ce cirque, coupes que nous avons aussi observées, ont été étudiées par E. Rickenbach. Nous renvoyons les lecteurs à son travail (161).

Nos coupes de terrains sont toujours partielles et nos mesures portent sur des séries fragmentaires. Mais nous nous sommes efforcé de coordonner l'ensemble de nos observations et des faits connus, afin de pouvoir indiquer les caractéristiques de chaque étage.

CHAPITRE II

Le Jurassique moyen.

1. Généralités.

Seul l'anticlinal du Larmont-Mont du Cerf est suffisamment érodé pour permettre l'affleurement du Dogger supérieur dont il existe deux domaines délimités par A. Jaccard sur la feuille XI de la Carte géologique de la Suisse (177; 184). Celui qui apparaît au revers N. du Gros Taureau a été observé et étudié par Marcel Bertrand (182) et par W. Kilian (183). Malheureusement, ces

gisements ne sont pas assez découverts pour qu'il soit possible de les paralléliser dans le détail avec les formations analogues connues ailleurs. Il est certain cependant qu'ils présentent plus d'affinités avec le Dogger plus oolithique et récifal des environs de la Chaux-de-Fonds (Pouillierel) et du Jura occidental et septentrional (W. Kilian, 183, L. Rollier, 131, J. Favre, 130, p. 377) qu'avec les formations plus nettement bathyales de la région interne du Jura neuchâtelois (Furcil) (H. Schardt, 104, 110) et du Jura vaudois (Chasseron, Suchet, Aiguilles de Bauïmes) (Th. Rittener, 101). A. Jaccard a noté au Mont-Pouillierel la même disposition des assises qu'au Larmont (64, p. 270).

La coupe fig. 1 montre la constitution de ce Jurassique moyen ainsi que son influence sur la topographie.

2. Le Bathonien.

C'est le niveau le plus bas qu'on relève dans la région ; il affleure grâce à un bombement anticlinal au sud de la Grande-Ronde. La lisière de la forêt qui le recouvre répond pour une bonne partie à sa limite vers le Callovien. Il a été décapé par quelques chemins de dévestiture. Nous y avons identifié deux complexes principaux qui appartiennent, au moins en partie, au Bradfordien ou Bathonien supérieur (L. Rollier, 131; A. Heim, 147, Bd. I, tab. S. 502). Ce sont :

1) Le *Bradfordien inférieur* (Bradford Clay), formé de marnes grumeleuses et oolithiques, de marno-calcaires plus ou moins plaquetés et de bancs minces de calcaire marneux subordonné, avec *Pholadomya*, *Terebratula* et quelques *Parkinsonia*.

2) Le *Bradfordien supérieur*, comprenant un massif de calcaires compacts gris-brun, clairs, parfois blanchâtres et oolithiques, peu fossilifères. Ce complexe est assimilable au niveau du « Forest Marble », formé ici de « Pierre blanche » en voie de passage à l'« Oolithe militaire » voisine et confondue parfois avec la « Grande Oolithe » plus ancienne.

Le chemin Ferrari, au S.W. de la douane de la Grande-Ronde, traverse obliquement, dès la lisière du bois que limite un replat caractéristique (Callovien), divers niveaux du Bathonien. Une partie du terrain est cachée par la végétation. On peut cependant y relever une grande variété de faciès parmi lesquels nous notons de haut en bas :

- l) Un calcaire compact, gris-brun, très finement oolithique et spathique, traversé par quelques veines de calcite et contenant des traces de fossiles indéterminables ; il occupe le fond d'une petite gravière. Quelques oolithes miliaries sont dispersées dans ce Bradfordien supérieur.
- k) 150 mètres plus au S.W., en montant le chemin, de part et d'autre d'un couloir, on rencontre un affleurement d'une douzaine de mètres d'un calcaire gris ; quelques bancs blanchâtres

et toujours oolithiques rappellent le faciès précédent; de l'oxyde de fer pulvérulent rempli de minuscules vacuoles. La masse tend à devenir plus marneuse, gris-brun sale; les oolithes sont moins nombreuses et groupées en paquets irréguliers.

On passe insensiblement à un calcaire plus marneux, dense, avec traces de Pectinidés et réapparition passagère du type « Pierre blanche ». Puis on observe :

- j) Quelques bancs minces, peu saillants, gris-bleu à taches bleues, ou brun-jaune un peu oolithiques.
- i) Un calcaire en dalles, gris-brun, uni.
- h) Des alternances de calcaires marneux et de marnes comprenant de minces intercalations grumeleuses, jaunâtres ou finement feuilletées, avec traces plus abondantes de fossiles toujours indéterminables.
- g) D'assez gros placages de calcaire marneux analogues à i), qui terminent la série du Bradfordien supérieur.
- f) Une succession de bancs irréguliers de calcaire plus marneux gris-brun, bleuâtre, finement spathique, épais de 0^m,20 à 0^m,40, et de couches grumeleuses et schisteuses, jaunâtres ou gris-bleu avec Brachiopodes, Pholadomyes et des Pectinidés souvent déformés. Quelques-uns de ces niveaux rappellent les calcaires hydrauliques.
- e) 2 à 3 m. d'un calcaire gris-brun, puis jaunâtre, bien visible sur le chemin, très oolithique par places, à oolithes brunâtres, à patine roussâtre, alternant avec des marno-calcaires grumeleux de même couleur.
- d) Une couche stérile de marne grise, oolithique, qui se désagrège en menus fragments.

Les bancs, d'abord fortement inclinés vers le N., se couchent peu à peu pour former le cœur de l'anticlinal où l'on peut voir encore :

- c) Un calcaire plus ou moins marneux, en dalles régulières ou en bancs plus épais, gris, légèrement spathique avec des nids disséminés de petites oolithes brunes. Plusieurs bancs sont pétris de fossiles d'extraction difficile. Nous y avons récolté une petite *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. (*Ammonites*) en partie calcitisée.
- b) Environ 2 m. d'une marne grise sableuse, feuilletée vers le bas, avec traces de fossiles, d'Huîtres notamment. Nous y avons reconnu *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. (*Ammonites*) et récolté une plus grosse *Parkinsonia* sp. indet.

Un dépôt marneux de même allure apparaît une quinzaine de mètres plus loin.

- a) Prés du grand coude du chemin et jusqu'à la frontière affleurent des marnes gris bleuâtre ou jaunâtres, grumeleuses,

parsemées de quelques oolithes brunes, fossilifères, ainsi que des calcaires marneux roux. Ce niveau nous paraît être le plus ancien de la région. Il ne serait pas impossible qu'il appartienne déjà, ainsi que les assises *b*) à *e*) de la liste précédente, au Bathien ou Vésulien (Bathonien inférieur). Il correspondrait alors aux complexes 1) et 2) de J. Favre (130, p. 371). Les affleurements sont ici trop limités pour que nous puissions décider en toute certitude.

Quelques-uns des bancs précédents, qui forment l'autre flanc de l'anticlinal, sont visibles plus au S. dans la même forêt. En particulier, le calcaire gris-brun ou bleuâtre, riche en Brachiopodes et en Lamellibranches, a été dénudé lors de l'élargissement du chemin qui conduit de la frontière à la cote 1199. Sur ce versant moins incliné du pli, la nature du sous-sol a une influence plus marquée sur la topographie. Alors que le Bradfordien supérieur forme une crête, le reste du Bathonien est indiqué par des dépressions peu marquées ou par la stagnation de l'eau.

Fossiles du Bathonien.

- Parkinsonia* cf. *Schloenbachi* Schlippe (*Ammonites*) (= *Parkinsonia compressa* Quenst.); un fragment.
- Ampullina Zelima* d'Orb. sp. (*Natica*).
- Pholadomya* (*Bucardiomya*) *Murchisoni* Sow.
- Pholadomya* (*Bucardiomya*) *deltoides* Sow.; un exemplaire déformé.
- Goniomya litterata* Sow. (*Mya*).
- Goniomya scalprum* Ag.
- Ceromya plicata* Ag.
- Ceromya* cf. *plicata* Ag.
- Homomya Vezelayi* (Lajoie) Marlin (*Pholadomya*).
- Anisocardia bullata* Terquem et Jourdy (*Isocardia*).
- Anisocardia oolithica* Rollier (non *Isocardia tenera* Sow.).
- Anisocardia scarburgensis* Rollier.
- Cardium globosum* ? Bean.
- Cardium* (*Protocardium*) cf. *subdissimile* d'Orb.
- Gresslya abducta* Phill. (*Unio*).
- Gresslya lunulata* Ag.
- Gresslya lunulata* var. *ovata* Ag.
- Pleuromya* cf. *tenuistria* (Mü.) Goldf. (*Lutraria*).
- Modiola gibbosa* Sow.
- Lima* (*Plagiostoma*) indet. (jeune).
- Pecten* (*Entolium*) *demissus* Phill.
- Pecten* (*Camptonectes*) *lens* ? Sow.
- Autres Lamellibranches dont *Cardium* et *Lucina* indet.
- Rhynchonella* (*Acanthothyris*) *spinosa* Schloth.
- Terebratula intermedia* Sow.
- Terebratula sphaeroidalis* Sow.

- Terebratula cf. sphaeroidalis* Sow.
Terebratula maxillata Sow.
Terebratula submaxillata (Morris) Opp.
Terebratula Ferryi Desl.
Terebratula Movehierensis (M. Mühlb.) Rollier.
Zeilleria (Microthyris) cf. subbucculenta Chap. et Dew. (*Terebratula*).

Le meilleur affleurement du Bradfordien supérieur, épais de 35 m., se trouve sur territoire français dans le Grand-Bois, à 300 ou 400 m. de la frontière. On y accède par un couloir ou « chable » qui le coupe normalement et aboutit au ruisseau. Cette masse calcaire forme une saillie rocheuse parallèle à la montagne et limite une dépression peu marquée, due à l'affleurement des bancs marneux du Bradfordien inférieur moins résistant que le niveau suivant.

Le sommet du sous-étage supérieur est formé, en effet, d'un calcaire résistant, oolithique, nettement spathique, sorte de micro-brèche brun clair, par place blanchâtre. Nous y avons mesuré des bancs de 0^m,40 à 2^m,40 d'épaisseur, à patine blanche, qui se désagrègent en menus fragments polyédriques. Des couches inférieures moins oolithiques et déjà plus marneuses, d'un brun plus uniforme, prennent part à la constitution de la saillie rocheuse dont elles forment la base. C'est au-dessous de l'abrupt, du côté de la montagne, qu'apparaît une succession de bancs calcaires marneux un peu sableux, brun-gris à taches bleues, fossilifères, et de marnes feuilletées, bleuâtres. Nous y avons trouvé :

- Parkinsonia Wurtembergica* Oppel (*Ammonites*) (= *Parkinsonia compressa* Quenst.).
Anisocardia bullata Terquem et Jourdy (*Isocardia*).
Pecten (Camptonectes) lens ? Sow.

Ce dernier ensemble a le même aspect que les couches mentionnées sous f) du chemin Ferrari. Il présente quelques analogies avec le complexe 3 de J. Favre (marnes à *Pholadomya Murchisoni*) et correspond aux marnes de Movehier du Bradfordien de L. Rollier (131). Le complexe supérieur 4 de J. Favre est formé de « pierre blanche » (130, p. 374) comme dans notre région.

Le sommet du Bathonien supérieur est visible plus à l'E. dans la tranchée que suit l'un des chemins de la Grande-Ronde et qui coupe de part en part l'anticlinal bathonien disparaissant sous la masse argovienne. Il y présente les mêmes caractères que dans les affleurements mentionnés ci-dessus. Certains faciès rappellent le Séquanien.

Le Bathonien passe sans transition au Callovien. Sur le versant S. de l'anticlinal, le banc incliné qui marque le sommet du Bathonien montre quelques lapiés.

Nous avons relevé dans un des entonnoirs formés à la limite du Bathonien et du Callovien une couche de 1 à 2 cm. de marne légèrement sableuse, jaune d'ocre, apparemment sans fossiles, mais contenant des concrétions siliceuses, imprégnées d'oxyde de fer (limonite). Ce dépôt est-il l'analogue de celui de la chaîne de Pouillerel décrit par J. Favre et M. Thiébaud (114, p. 28 ; 130, p. 376) ? Nous ne pouvons nous prononcer. Il se pourrait qu'il s'agisse là d'un produit altéré, rubéfié, d'un résidu de lavage de la surface bathonienne momentanément exondée.

Le deuxième îlot de Dogger, beaucoup moins important, affleure près de la Cornée, à 5^{km},5 au N.E., dans la même vallée anticlinale. Le Bathonien ne paraît pas y être entamé sur territoire suisse, quoiqu'on trouve dans le mur en bordure de la propriété de la Cornée, mélangés à du Séquanien, des matériaux de ce Bathonien supérieur certainement transportés. Ce sont des calcaires gris clair, ou gris à taches bleues, ou jaunâtres très oolithiques, toujours spathiques, plus ou moins gréseux : autant de faciès rappelant l'un ou l'autre de ceux qui ont été signalés ci-dessus.

3. Le Callovien.

Le Callovien comprend de bas en haut :

1) Un niveau inférieur assimilable au Calcaire roux sableux (« *Varians-Schichten* »), correspondant, semble-t-il, à la partie supérieure des marnes du Furcil (H. Schardt, 104, p. 290 ; J. Favre, 130, p. 378 ; L. Rollier, 131, p. 30).

2) Un niveau moyen, la *Dalle nacrée*.

Le Callovien supérieur, représenté au N. de la Chaux-de-Fonds par Poolithe ferrugineuse avec *Reineckeia anceps* et *Peltoceras athleta* (J. Favre, 130, p. 378) et à Saint-Sulpice, en dehors de notre champ d'étude, par un calcaire compact, gris, jaunâtre ou tacheté et par deux couches à oolithes ferrugineuses correspondant à la zone à *Reineckeia anceps* et à la zone à *Peltoceras athleta* (A. Jeannet et Ch.-D. Junod, 155, p. 188), est absent à la Grande-Ronde, par suite de la régression de la mer callovienne vers la fin de l'époque.

A. Le niveau du calcaire roux sableux.

(*Callovien inférieur.*)

Ce niveau entoure d'un mince liseré les affleurements du Bathonien de la Grande-Ronde ; il forme un étroit plateau au N. de l'anticlinal et une combe peu marquée au S. Dans cette combe, la limite inférieure du Callovien est indiquée par un superbe alignement d'entonnoirs. D'autres petits entonnoirs et le crêt de la Dalle nacrée marquent sa terminaison vers le haut. Son épaisseur est de 16 à 20 mètres au N. sur le flanc redressé de la voûte anticlinale ; elle atteint 25 mètres sur son flanc normal S.

La prédominance de bancs marneux est soulignée par l'humidité durable du sol et par des pâturages. Il est regrettable que l'absence de fossiles ne permette pas la fixation précise de l'âge du dépôt. Ce même niveau, qui affleure sur la voûte anticlinale de Pouillerel, a été rattaché, par J. Favre, au Callovien inférieur (130, p. 377). Quelques sondages nous ont permis d'y reconnaître, au S. de la Grande-Ronde, deux faciès assez différents dont les relations nous échappent d'ailleurs.

1) A la base, nous avons trouvé des marno-calcaires hydrauliques et surtout d'abondantes marnes finement feuilletées, gris-bleu, presque noirâtres, à reflets roussâtres, comprenant des intercalations jaunes de même nature. Cet horizon correspond à des marnes schistoïdes, peu fossilifères, reconnues par Marcel Bertrand dans l'anticlinal du Larmont (182) et attribuées par lui au Bathonien.

Un autre sondage, établi à 1 km. du premier et qui se trouve vraisemblablement au même niveau stratigraphique, nous a permis d'extraire, près de la surface, des échantillons d'une masse marneuse gris-bleu, plus claire ou jaunâtre, et pétrie de nombreuses petites oolites d'un blanc sale ou rousses; le tout se désagrège aisément. Plus profondément, les bancs sont mieux marqués, plus compacts, et les oolites sont soudées par un ciment calcaire; puis ces bancs deviennent plus feuilletés, gris-noirâtre avec intercalations de masses rognonneuses, gris-brun, oolithiques.

2) La partie supérieure de ce complexe, mal litée, est faite de marnes grises à reflets jaunâtres, très sableuses, lourdes, avec cristaux de silice. Ces marnes rappellent, mieux que le complexe 1), le faciès du calcaire roux sableux du Jura bernois.

B. La Dalle nacrée.

(Callovien moyen.)

Ce niveau si facilement reconnaissable est un repère important dans l'étude des territoires jurassiens. Bien que ses affleurements soient assez localisés, sa présence est souvent indiquée par une crête ou un palier, grâce à la dureté de ses bancs. Ces derniers ne sont jamais très puissants; certaines dalles n'ont que quelques centimètres. Ils s'amincissent, surtout vers le haut et vers le bas, et limitent parfois des intercalations marneuses, ocreuses, pulvérulentes. C'est un calcaire gris, cassant, grenu, parfois légèrement sableux, à aspect nacré et finement spathique ou gris-brun à grandes taches bleues. Souvent il est complètement roux ou brun-rouge, et plus jaunâtre à l'extérieur par altération. Certains bancs à texture grossière sont faits d'une brèche calcaire, échinodermique, dans laquelle on peut observer de l'opale.

Nous n'avons récolté aucun fossile entier dans cette Dalle nacrée, pourtant pétrie de nombreux débris organiques. Quelques bancs sont constitués par une lumachelle dans laquelle on recon-

naît aisément des restes d'Ostracés, de Spongiaires, de Coraux, des articles de Crinoïdes, des plaques et des radioles d'Echinides et surtout des Bryozoaires, souvent en saillie.

On peut observer la Dalle nacrée, dont l'épaisseur est ici de 15 à 18 m., le long du crêt boisé qui s'étend de part et d'autre du réservoir de la Grande-Ronde où existent quelques têtes rocheuses éparses. Les affleurements sont plus nombreux, quoique peu apparents, au N.E. de la ferme de la Cornée.

Les bancs supérieurs de la Dalle nacrée sont érodés ; ils sont irréguliers, transformés en plaquettes minces, désagrégés en fragments aux angles émoussés, réduits en masses rognonneuses très résistantes. La face supérieure de la Dalle nacrée présente un placage brun chocolat, ocreux, pulvérulent. Dans ce dépôt concrétionné, siliceux, à pâte bleu noirâtre, à feuilletts serrés et riches en oxyde de fer, nous avons relevé quelques sections de Bélemnites et surtout des tubes fins, contournés, blanchâtres, de Vermidiens (Serpules).

Ce gisement, que nous avons mis à découvert en pratiquant une fouille, était trop restreint pour permettre une analyse plus serrée. Malgré l'absence de preuve paléontologique, nous nous demandons si ces objets ferrugineux, très altérés, constatés à la face supérieure de la Dalle nacrée, ne sont pas les vestiges d'un horizon du Callovien supérieur. Ils annoncent tout au moins le début de l'émersion callovo-oxfordienne.

CHAPITRE III

Le Jurassique supérieur.

1. L'Oxfordien.

Cet étage ne joue qu'un rôle effacé dans la région. Les marnes oxfordiennes sont réduites à leur minimum de puissance dans le canton de Neuchâtel d'après E. Desor et A. Gressly (18, p. 81) et A. Jaccard (20, p. 211). D'après W. Kilian, l'Oxfordien s'amincit vers la frontière suisse, mais il existe dans toute la chaîne du Gros Taureau (anticlinal du Larmon); vers les Gras, près du Châtelu, il est réduit à quelques mètres de puissance (183). Il mesure 2^m,30 dans le cirque de Saint-Sulpice (A. Jeannet et Ch.-D. Junod, 155, p. 172); 1^m,90 au N. de la Chaux-de-Foods (J. Favre, 130, p. 289).

L'Oxfordien n'a été observé, dans les limites de notre territoire, que dans le vallon des Rondes-La Cornée.

Le crêt mentionné ci-dessus, qui facilite la délimitation du Dogger et du Malm, n'est pas constitué seulement par les bancs de la Dalle nacrée, mais encore par la masse de l'Argovien inférieur. Rien dans sa morphologie ne permet de supposer la présence de l'Oxfordien dans l'entre-deux.

Au N.E. de la ferme de la Cornée, en pleine forêt, sur la pente rapide qui aboutit au ruisseau, on remarque un palier large de 2 m., localement effacé, compris entre les dernières traces de la Dalle nacrée et les premiers bancs de l'Argovien inférieur. Les limites de ces niveaux rapprochés sont malheureusement couvertes de végétation au fond de la gorge plus à l'W.; les marnes qui y forment le talus, près du sommet de la Dalle nacrée, sur la rive gauche, ne sont que des produits de lavage de l'Argovien.

Les deux fouilles que nous avons entreprises, au voisinage du réservoir de la Grande-Ronde, nous ont permis de constater l'existence de l'Oxfordien, puissant de 1^m,80 seulement; il repose sur les derniers bancs de la Dalle nacrée reconnus lors des mêmes fouilles.

L'un de ces sondages nous a donné, de bas en haut, la coupe suivante :

1) 0^m,20 de calcaire marneux, compact, à patine blanc jaunâtre, à cassure franche, gris-bleu, un peu sableux, contenant de petites oolithes brun chocolat irrégulièrement disséminées et des restes d'Ammonites (surtout des *Perisphinctes*) à test blanchâtre et des Bélemnites difficiles à extraire.

2) 0^m,90 de marno-calcaires et de marnes bleuâtres, roussâtres, gris sale, à oolithes brunes, ferrugineuses. Les Bélemnites y sont fréquentes, les autres fossiles plus rares. Il y a des intercalations plus foncées, noirâtres, phosphatées. Vers le haut, les marnes deviennent plus feuilletées. Elles enrobent des galets et des concrétions qui peuvent atteindre la grosseur de la tête et sont constitués par un calcaire semblable à 1).

3) 0^m,70 de marne bleu clair, cendrée, glauconieuse, bariolée par places, plus sableuse que le complexe 2), moins riche en restes organiques.

4) L'Argovien inférieur, alternance de bancs calcaires clairs, verdâtres, à reflets rougeâtres et de marnes schisteuses, recouvre sans transition ce dernier niveau.

A part de nombreuses Ammonites, parmi lesquelles se trouvent des *Perisphinctes* indéterminables, nous avons récolté dans cet Oxfordien :

Belemnopsis hastata Blainv.

Peltoceras Eugenii Rasp.

Perisphinctes cf. *claromontanus* Buk.

Perisphinctes bernensis P. de Lor.

Perisphinctes consociatus Buk.

Phylloceras tortisulcatum d'Orb.

Pleurotomaria sp. (à tours étagés comme *P. Muensteri* Rœm., mais noduleux en dessous et à la partie inférieure des tours).

Nucula Cottaldi P. de Lor.

Millericrinus sp. indet.

Les marnes oxfordiennes à fossiles pyriteux n'existent pas dans la région (L. Rollier et M. de Tribolet, 93, p. 343, et J. Favre, 130, p. 383).

2. L'Argovien.

Cet étage, dont le faciès marneux est si remarquablement uniforme, constitue le fond de la vallée anticlinale des Roodes-la Cornée et affleure à l'angle S.E. de notre carte, dans le cirque de Saint-Sulpice, le long de la voie ferrée. Il correspond au Rauracien développé dans le Jura bernois (L. Rollier, 60). Il mesure 150 à 160 m. d'épaisseur. Nous y avons distingué les deux sous-étages habituels, signalés aussi dans la région avoisinante, et qui se comportent différemment au point de vue morphologique ; leur faune et leurs caractères lithologiques sont d'ailleurs assez distincts (A. Jaccard, 20, p. 205 ; Th. Rittener, 101, p. 22 ; E. Rickenbach, 161, p. 11).

A. L'Argovien inférieur.

(Couches de Birmensdorf, Spongilien.)

Épais de 25 à 30 m., l'Argovien inférieur est constitué par une alternance de calcaires en bancs bien réglés et de marnes grises, à reflets rougeâtres, schisteuses, noduleuses, aisément délitables.

Les bancs calcaires, plus épais et moins marneux que ceux de l'Argovien supérieur, sont gris clair, un peu jaunâtres ou brunâtres, de teinte le plus souvent uniforme, parfois avec taches bleu foncé ou lie de vin. Assez fréquemment traversés par des veines de spath calcaire, ils mesurent de 0^m,15 à 0^m,40 d'épaisseur (ruisseau de la Cornée), alors que les marnes, plus minces, sont parfois réduites à quelques centimètres.

Cet ensemble de marnes et de calcaires régulièrement stratifiés forme un tout résistant, saillant dans la topographie. Le crêt du réservoir de la Grande-Ronde barre le cours de plusieurs ruisselets qui prennent naissance dans le haut de l'étage et se perdent dans des entonnoirs dont l'alignement permet la délimitation des deux sous-étages de l'Argovien.

C'est dans le ravin de la Cornée qu'existe le meilleur affleurement de l'Argovien inférieur. Le ruisseau qui a réussi à le traverser fait un coude brusque vers l'E., près du contact de l'Argovien inférieur avec l'Argovien supérieur.

L'Argovien inférieur est assez riche en fossiles, qu'on trouve aussi bien dans les couches grumeleuses que dans les bancs calcaires. Mais leur extraction est difficile et l'on n'obtient guère que des fragments. Ce sont surtout des restes d'Ammonites souvent roulés, mal conservés, que l'on récolte dans le lit du ruisseau. Les Spongiaires nous paraissent rares ; leur présence est même problématique ; les affleurements de ce niveau sont, il est vrai, peu étendus.



Phot. C. Muhlethaler.

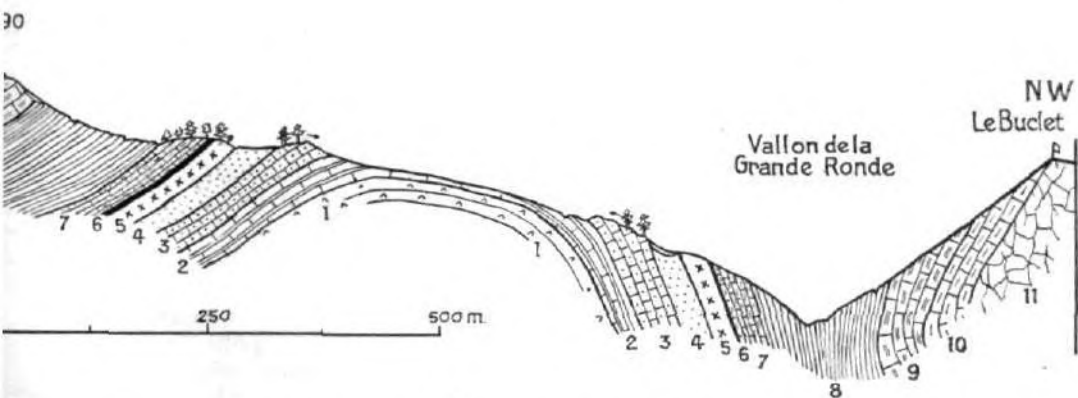


Fig. 1. La vallée anticlinale des Rondes (au premier plan) et son passage à deux combes.

La coupe géologique, tracée au voisinage de la frontière, montre la succession des assises de la région et leur influence sur la topographie.

1 = Bajocien. 2 = Bathonien inférieur et Bathonien moyen. 3 = Bathonien supérieur. 4 = Callovien inférieur (Calcaire roux sableux). 5 = Callovien moyen (Dalle nacrée). 6 = Oxfordien réduit. 7 = Argovien inférieur. 8 = Argovien supérieur. 9 = Séquanien inférieur et Séquanien moyen. 10 = Séquanien supérieur. 11 = Kiméridgien.

Les pointes de flèches, dans la photographie, correspondent aux deux extrémités de la coupe.

Fossiles de l'Argovien inférieur.

Ils proviennent tous du ruisseau de la Cornée.

- Perisphinctes plicatilis* Sow. (*Ammonites*).
- Perisphinctes convolutus* ? Quenst. (*Ammonites*).
- Perisphinctes Grossouvrei* Siem.
- Perisphinctes* cf. *Berlieri* P. de Lor.
- Perisphinctes tizianiformis* Choff.
- Perisphinctes geron* Quenst. (*Ammonites*).
- Pecten* (*Camptonectes*) cf. *ledonicus* P. de Lor.
- Rhynchonella Arolica* Opp.
- Terebratula* cf. *Birmensdorfensis* Escher v. d. L.
- Disaster granulatus* Goldf. (*Nucleolites*).

B. L'Argovien supérieur.

(Couches d'Effingen ; zone des calcaires hydrauliques, *Pholadomyen*.)

Malgré sa grande épaisseur, ce sous-étage manque d'intérêt. Marneux et argileux, il a surtout favorisé le développement du pâturage. Quelques ruisseaux l'ont un peu entamé, çà et là. Il se traduit à l'extérieur par des pentes douces. Il n'a nulle part été possible de relever la série complète des strates qui le composent, mais l'examen de coupes fragmentaires permet de noter des variations dans la nature des dépôts. On y reconnaît la présence des « calcaires hydrauliques » et de traces, vers le haut, de ce qu'on a appelé le « *Pholadomyen* » (A. Jaccard, 20, p. 205 ; M. de Tribollet, 30, p. 55 et 59). Il serait arbitraire de vouloir tracer une limite nette entre ces deux complexes de l'Argovien supérieur ; le faciès du premier nous semble réapparaître dans le second. L'ensemble a d'ailleurs subi des plissements de détail qui compliquent les rapports.

La base de l'Argovien supérieur est formée par une alternance de bancs calcaires marneux ou de marno-calcaires un peu sableux, épais en moyenne de 0^m,15, et de marnes grumeleuses, schisteuses, parfois finement feuilletées, dont l'épaisseur peut aller de quelques millimètres à celle des bancs calcaires précités. L'ensemble est bleuté, voire noirâtre ou gris-brun, à grandes taches bleues au milieu des bancs. Le faciès marneux peut prédominer et déterminer des affaissements en surface. Les fossiles sont rares.

Ces marnes et ces calcaires hydrauliques affleurent dans tout le cours supérieur du ruisseau de la Cornée (en amont de la passerelle), ainsi que dans quelques ruisselets aux environs du chalet du Pâquier. On en remarque les dalles caractéristiques dans le cours d'eau de la Grande-Ronde.

Vers le haut de l'Argovien, on observe une succession du même genre, faite de calcaires marneux et de marnes souvent onctueuses, en bancs à peu près d'égale épaisseur, d'un gris cendré, avec des

fossiles à patine jaunâtre. Certains calcaires bleus présentent une zone d'altération périphérique de même couleur.

C'est non loin du sommet que gît une faune de Lamellibranches consistant surtout en Pholadomyes. On en trouve quelques exemplaires sur la pente S. de la Cornée, au bord du chemin montant.

Le contact de l'Argovien et du Séquanien ne s'observe nulle part dans la vallée anticlinale des Rondes-la Cornée. Par contre, les dernières strates de l'Argovien supérieur — certaines d'entre elles rappellent celles de la base de l'étage — peuvent être étudiées le long de la voie ferrée au N. de Saint-Sulpice, entre le tunnel à l'W. et le viaduc à l'E., un peu en dehors des limites de notre carte. Quoiqu'elles aient déjà été signalées par M. de Tribolet (28, p. 23, pl. I), décrites par Ed. Juillerat (116, p. 17-20) et mentionnées récemment par E. Rickenbach (161, p. 14-15), nous en donnons une description succincte, de bas en haut :

1) On voit se dégager peu à peu de l'éboulis et de la végétation 5 à 6 m. de bancs calcaires marneux, gris, alternant avec des couches marneuses plus épaisses, qui paraissent être stériles. Les quelques fossiles qu'on y récolte sont éboulés et mélangés aux matériaux délités de la couche 3.

2) 0^m,30 d'une marne grise.

3) Un ensemble de 15 à 18 m. bien délimité, constitué par des bancs d'un calcaire marneux, homogène, à faciès nettement argovien, gris, gris-brun, parfois bleuâtre, à patine jaune-brun, d'épaisseur variable (le banc le plus épais mesure 0^m,30), avec des alternances de marnes schisteuses, brunes ou grises, en bancs moins épais, de 1 à 8 cm. Vers le haut, les bancs deviennent plus minces et plus grumeleux. Ce niveau est fossilifère et contient surtout de nombreux radioles de *Paracidaris florigemma* Phill., des Térébratules, plusieurs Lamellibranches et des nids de Coraux empâtés dans la masse.

4) 0^m,70 de marno-calcaires schisteux, gris bleuâtre, gris brunâtre vers la base.

5) 3 m. d'un complexe irrégulier de marno-calcaires noduleux, gris bleuâtre ou jaunâtres, fossilifères, surmontés d'un calcaire gris, à reflets rougeâtres, résistant, riche en filons de calcite et contenant de nombreuses Rhynchonelles difficiles à extraire.

Au-dessus apparaissent les premiers bancs du Séquanien représenté par 3^m,50 de calcaire résistant, compact, gris-brun ou jaune, roux à grandes taches bleues. un peu spathique et surtout oolithique. Ces bancs, épais de 0^m,50 à 1^m,20, ont été exploités récemment pour les travaux de la voie ferrée.

L'Argovien supérieur de Saint-Sulpice a été délimité de la même façon par Ed. Juillerat (116, p. 19 et 69) et par E. Rickenbach (161, p. 14-15). L'un et l'autre attribuent la présence des Coraux et des fossiles qui leur sont associés à des traces du Rau-

racien. Le premier auteur a aussi mentionné des restes de Coraux vers le haut de l'Argovien (116, p. 21, 23 et pl. I) à Noiraigue, à Chasseral.

E. Rickenbach place le sommet de l'Argovien, c'est-à-dire les couches 3, 4 et 5 de la liste précédente, dans les couches dites du Geissberg. Ed. Juillerat, dans son étude sur les « Relations entre le Malm du Jura central et celui du Canton d'Argovie » (116, p. 64), conclut à la disparition des « Geissberg-Schichten » où apparaît le Séquanien inférieur caractéristique. Les deux niveaux sont synchroniques. Dans notre territoire, le Séquanien inférieur est très développé. Les couches du Geissberg constituent un horizon spécial à une bonne partie du Jura oriental. S'il fallait absolument leur trouver un équivalent dans le Jura central, nous le chercherions plutôt dans les bancs de calcaire hydraulique qui font partie des « Couches du Châtelu », à la base du Séquanien.

S'il est vrai que les assises 3, 4 et 5 de notre Argovien supérieur présentent un certain nombre de caractères qui les distinguent du complexe sous-jacent, et que leur faune, brusquement plus riche, possède quelques affinités avec celle du Séquanien, ils n'en ont pas moins une grande analogie avec les assises plus basses ou « couches d'Effingen », surtout si on tient compte de leurs caractères lithologiques ; aussi les rattachons-nous de préférence à ce sous-étage argovien.

L'enrichissement de la faune est sans doute en rapport avec les conditions physiques des mers : le faciès bathyal de l'Argovien passe au faciès néritique si caractéristique du Séquanien inférieur. La base de ce Séquanien est représentée par les premiers bancs de calcaire compact, nettement oolithique.

Fossiles de l'Argovien supérieur.

a) Voie ferrée au-dessus de Saint-Sulpice :

- Perisphinctes Dybowskii* Siem.
- Oppelia* sp. indet.
- Aspidoceras* sp. indet.
- Goniomya sulcata* Ag. (couche 3).
- Mactromya globosa* Ag. (couche 3).
- Pecten (Chlamys) episcopalis* P. de Lor. (couche 3).
- Exogyra Bruntrutana* Thurm. (*Ostrea*) (couche 3).
- Calamophyllia Ducreti* ? Kobay (couche 3).
- Spongiaires ?

b) Au sud de la Cornée :

- Perisphinctes Dybowskii* Siem.
- Perisphinctes* cf. *planula* Hehl.
- Natica Girardoti* P. de Lor.
- Pholadomya (Bucardiomya) exaltata* ? Ag.
- Pholadomya (Procardia) hemicardia* Rœm.

Pholadomya (Flabellomya) canaliculata Moesch non Roem.
(= *Ph. flabellata* Ag.).

Arca (Macrodon) concinna Phill. (= *Cucullaea concinna*
Phill.).

Arca (Cucullaea) Røderi P. de Lor.

Astarte Pagnardi P. de Lor.

Venilicardia Renaudoti P. de Lor.

Ctenostreon colosseum ? Peron (*Lima*).

c) Les Prés-Rolliers :

Anisocardia cf. *Choffati* P. de Lor.

Nerinea Berlieri ? P. de Lor.

d) La Petite-Ronde :

Pholadomya (Bucardiomya) parvicosta Ag.

e) La Grande Ronde-la Citadelle :

Perisphinctes plicatilis Sow.

Perisphinctes cf. *planulatus* var. *comprimatus* Quenst.
(*Ammonites*).

Le Dr R. Haeusler, en lèvigant une assez grande quantité de marnes pholadomyennes de différentes couches de Saint-Sulpice, a réussi à déterminer 116 espèces appartenant à 36 genres de Foraminifères. Plusieurs autres étaient indéterminables en raison de l'insuffisance de matériel (55, p. 74 ; 63).

L'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel a reçu en 1927 un bel échantillon de *Pagiophyllum rigidum* ? Saporta, grand conifère voisin des Araucarias, provenant des calcaires à ciment de l'Argovien supérieur de Saint-Sulpice et déterminé par M. Reichel (170, p. 125-130).

D'après M. de Tribolet (30, p. 58), Gressly aurait trouvé au-dessus de Saint-Sulpice, dans la zone des calcaires hydrauliques, lors de la construction de la ligne franco-suisse, un fragment de fronde de *Zamites Feneonis* Brgt., et A. Jaccard, au même endroit, une pinnule de *Zamites formosus* H. (O. Heer, 25, p. 117). Ces deux espèces de *Zamites* furent attribuées par A. Jaccard (29, p. 415) au « Corallien » qui nous paraît correspondre aux Couches supérieures à Polypiers de son « Pholadomyen » (64, p. 265), c'est-à-dire aux assises de l'Argovien supérieur décrites ci-dessus (p. 155).

3. Le Séquanien.

La division du Séquanien en trois sous-étages adoptée dans cet ouvrage est celle de la légende de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000°. C'est dans ce sens que nous parlons de Séquanien inférieur, de Séquanien moyen et de Séquanien supérieur.

La nature et la diversité des roches du Séquanien indiquent des conditions nouvelles de sédimentation. Une mer beaucoup moins profonde ; des eaux chargées de carbonate de calcium ; l'intensité de la vie animale ; le voisinage des bancs de Coraux ou même la présence des Polypiers, auxquels s'associent de nombreux animaux à test calcaire parmi lesquels des Echinides ; l'accumulation de sédiments détritiques divers : tout permet d'expliquer l'origine et la variété des dépôts de cet étage. Il y a dans l'ensemble un contraste frappant avec l'Argovien ; quelques minces intercalations de marnes ou de marno-calcaires hydrauliques — faciès de récurrence — dans le Séquanien inférieur rappellent les dépôts vaseux du substratum. Cette différence est encore indiquée par la morphologie : le Séquanien, qui concourt à la formation des voûtes anticlinales, a donné lieu à plusieurs abrupts. La variété des dépôts de cet étage ne se manifeste pas seulement en élévation, mais aussi en plan. Le même niveau peut être représenté par des faciès différents. Ainsi l'abondance des Polypiers, dans le Séquanien de l'anticlinal du Larmont-Mont du Cerf, s'oppose à leur rareté ou même à leur absence dans la chaîne du Mont des Verrières-Saint-Sulpice, plus méridionale. Mais au total, grâce à la fréquence des oolïthes, la présence du Séquanien se reconnaît aisément et sa délimitation se fait sans trop de difficultés lorsque les affleurements sont assez nombreux.

L'ensemble de cet étage correspond à l'Astartien ou Séquanien inférieur marneux et au Séquanien supérieur calcaire de A. Jaccard (20, p. 193) et de M. de Tribolet (30, p. 70), ainsi qu'à leur Corallien sous-jacent, du moins en partie. Il est l'équivalent de l'Astartien et du Corallien de Pontarlier de Marcel Bertrand (182), de l'Astartien de la région d'Ornans de W. Kilian (183).

On peut y distinguer, comme dans le territoire voisin, deux complexes différents, correspondant à chacun des deux sous-étages considérés par J. Favre dans les environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds (130, p. 384), par H. Schardt et A. Dubois dans les Gorges de l'Areuse (99, p. 238) et par E. Rickenbach dans son étude du Val-de-Travers (161, p. 16) :

A) *Un complexe inférieur* (Séquanien inférieur et Séquanien moyen), le plus varié et le plus fossilifère, composé de marnes plus ou moins grumeleuses, très souvent oolïthiques (ou plus argileuses), de calcaire oolïthique roux, de bancs irréguliers de calcaires coralligènes contenant, soit des débris épars, soit des massifs de Polypiers. Il pourrait être divisé, dans l'anticlinal plus externe du Larmont-Mont du Cerf, en deux sous-étages représentant les deux divisions inférieures (*R'* et *S'*) de L. Rollier (75, p. 69 ; 56 ; 77, table 1). Les couches du *Château* de cet auteur (*R'*, couches à *Hemicidaris crenularis*, Corallien auct.), formées de « calcaires irréguliers, coralliens ou crinoïdiens, grésiformes, plus ou moins marneux », riches surtout en Polypiers, correspondraient à notre Séquanien inférieur. Ses marno-calcaires plus ou moins

oolithiques (S', Oolithes et marnes à Astartes ou couches d'Angolat), séparés par l'Oolithe rousse à taches bleues, seraient compris dans notre Séquanien moyen, sauf l'Oolithe nuciforme que nous rattachons, à cause de sa nature calcaire, au sous-étage supérieur dont elle forme la base.

B) *Un complexe supérieur* (Séquanien supérieur), qui comprend à la base l'Oolithe nuciforme, au sommet l'Oolithe de Sainte-Vérène (couches de Wangen), est plus uniforme, plus nettement calcaire ; ses bancs sont plus compacts, gris clair ou bleuâtres, blanchâtres. Les restes d'organismes sont beaucoup moins abondants ; il y a quelques rares intercalations marneuses plus fossilifères.

Au total, notre Séquanien a une épaisseur de 90 m. environ. Ed. Juillerat attribue à cet étage, dans le cirque de Saint-Sulpice, une épaisseur de 102 m. et E. Rickenbach de 85 m.

A. Le Séquanien inférieur et le Séquanien moyen.

La fréquence des marnes a favorisé l'installation du tapis végétal. Quand l'éboulis n'est pas trop abondant, la limite inférieure de l'étage est marquée par un ressaut, dû à la résistance du premier banc calcaire séquanien, oolithique, gris-bleu, ocreux, irrégulier, bréchoïde, très échinodermique et spathique.

La série presque complète du Séquanien a été mise à découvert, le long de la route cantonale et en bordure de la voie ferrée, dans le cirque de Saint-Sulpice, non loin de la limite E. de notre carte. Elle a été relevée par Ed. Juillerat (116, p. 17-19, pl. I) et par E. Rickenbach (161, p. 16-19). Nous renvoyons aux coupes de ces deux auteurs.

Quelques bancs du Séquanien inférieur de cette même série réapparaissent au fond du cirque, non loin de la résurgence de la Reuse, sur la rive gauche de la rivière, au N. de l'usine de la Doux, de part et d'autre de la pile du pont. Le travail irrégulier du cours d'eau a dégagé la succession suivante relevée de haut en bas :

7) Une masse de 5 à 6 m., inégalement résistante, d'un calcaire marneux, irrégulier, gris-bleu, avec taches bleues, ponctuées de bleu plus foncé, légèrement oolithique, formant une saillie sur laquelle a été construite le barrage de l'usine. Elle contient quelques Brachiopodes et des traces d'Ostracés.

6) Calcaire marneux, gris-bleu, délitable, avec menus débris de fossiles.

5) Des marno-calcaires plus ou moins rognonneux, bleu grisâtre, qui s'intercalent entre quelques bancs de calcaires hydrauliques de 0^m,15 à 0^m,20 d'épaisseur ; l'ensemble mesure 1^m,20.

4) Cinq bancs d'un calcaire gris-bleu, tacheté, analogue aux bancs précédents ; 2 m. d'épaisseur environ.

3) Calcaire gris, envahi en tout ou en partie par d'abondantes oolithes serrées, brunes, brun chocolat ou brun noirâtre. L'ensemble nettement séquanien comprend :

- c) Un gros banc épais de 1^m,50 ;
- b) Des marnes grumeleuses qui se désagrègent en nombreuses oolithes ; grâce à la couleur de celles-ci, la masse est brun de fer ou bleu foncé ;
- a) Trois bancs de calcaire épais respectivement de 2^m,50, de 0^m,40 et de 1^m,50, semblables à c) ; sur le délit des couches, des restes de marne grumelense contiennent quelques Brachiopodes.

2) En partie cachée, cette zone ressemble à 3). Entre des bancs calcaires de 0^m,20 à 0^m,10 apparaissent les mêmes marnes grumeleuses, très oolithiques, en minces feuilletts gris-brun ou gris-bleu, fossilifères, à Pholadomyes et nombreux Brachiopodes.

1) Deux bancs de 1^m,40 et 1^m,50 d'un calcaire compact, brun, taché de bleu, finement oolithique, spathique ; les oolithes sont moins saillantes et parfois comme fondues dans la pâte. Ces bancs sont séparés par 0^m,50 de marne oolithique, gris jaunâtre ou bleuâtre, pétrie de Brachiopodes, dont surtout *Zeilleria humeralis* Roem., *Zeilleria astartina* Rollier et *Zeilleria Douvillei* ? Rollier. Ces dernières assises nous paraissent former la base du Séquanien.

Vallée des Rondes. — Il est regrettable qu'une coupe naturelle complète ne permette pas de faire une analyse détaillée de ce Séquanien inférieur, riche là surtout par la multiplicité de ses faciès, la présence de bancs coralligènes et l'abondance des fossiles. Les escarpements qu'il constitue avec le Séquanien moyen sont recouverts par la forêt et le pied en est souvent caché par l'éboulis. Aussi serait-il téméraire de vouloir établir des comparaisons rigoureuses avec les mêmes affleurements décrits dans d'autres parties du Jura, et même avec ceux du Mont-Châtelu, qui culmine à quelque 3 ou 4 km. au N.E., sur territoire français.

En grim pant du fond argovien de la vallée, au S.E. de Chez-Lambelet, vers le sommet de l'arête, partie par le bas du sentier du Corps-de-Garde, partie sous le point 1229, près de Chez-le-Pussin, on peut constater, comme l'indique le schéma fig. 2 :

1) Que la limite argovienne-séquanienne est cachée, mais assez bien marquée par une rupture de pente.

2) Qu'au-dessous du sentier qui prend la côte en écharpe existe une faible saillie qui doit correspondre, après comparaison, à un certain banc calcaire gris-bleu, très souvent ocreux, dur, irrégulier, échinodermique, par places oolithique, vacuolaire, contenant de nombreuses traces de Rhynchonelles, dont *Rhynchonella coralina* Leym. et *Rhynchonella semiconstans* Et. Le banc calcaire en question affleure à plusieurs endroits de la même vallée, non loin de la base de l'étage.

3) Une pente de 5 à 6 m. couverte de dépôts superficiels.

4) Au-dessus du même sentier — partie inférieure, — 1 m. à 1^m,50 d'un calcaire grossier plus clair, grésiforme, plus spathique, finement oolithique, avec oolithes blanchâtres à centre brun foncé et débris d'organismes nombreux, parmi lesquels des radioles d'Oursins et des traces de Coraux ; on y observe de nombreux petits cailloux très roulés.

5) Environ 10 m. cachés par la végétation et l'éboulis que domine :

6) une paroi rocheuse très irrégulière de 10 à 14 m. de haut au N. de Chez-le-Pussin ; elle est formée d'un calcaire plus ou moins coralligène, dur, compact, gris, très grossièrement oolithique, saccharoïde ; les fragments de Coraux épars, ou localement groupés sans ordre, sont difficiles à extraire. Cette paroi s'efface en partie plus au S.W. ; elle est de nouveau saillante au S. de la Citadelle. Quoique non dessinée sur la carte, elle domine la Vy de la Petite-Ronde ; plus au N.E., dans la forêt 1225, elle n'apparaît plus qu'en quelques têtes rocheuses, riches en Coraux.

Au sommet, ce calcaire gris sale devient moins résistant et se désagrège aisément en ses divers éléments, parmi lesquels des oolithes très irrégulières.

7) 4 à 5 m. de pente herbeuse.

8) Deux lits rocheux peu visibles, constitués par un calcaire gris-jaune, roux, brun rougeâtre, parfois à grandes taches bleues, très oolithique, souvent réduit en dalles minces ; ce niveau de l'Oolithe rousse (oolithe astartienne roussâtre de A. Jaccard, 20, p. 196) affleure très fréquemment vers les trois fermes de Chez-le-Brandt ; ses dalles sont abondantes dans les « murgiers » de la Grosse-Prise.

9) 10 m. de pente couverte, due à des assises marneuses sur lesquelles reposent :

10) 6 m. environ d'un calcaire gris assez bien lité, à cassure esquilleuse, à petites oolithes pourvues d'un centre brun, en essais ou disséminées, ou à oolithes nuciformes ; ou d'un calcaire brun, pétri de débris divers ; le tout constitue l'éminence 1229 et forme la base du Séquanien supérieur.

Les assises 1 à 6 correspondent au Séquanien inférieur ; les assises 7 à 9 représentent le Séquanien moyen où prédomine le faciès marneux (zone des marnes astartiennes).

Le nouveau chemin qui descend très obliquement à flanc de coteau, de la Citadelle vers Chez-Lambelet, nous a permis de relever de haut en bas quelques couches qui complètent la coupe précédente :

j) Vers le haut, une petite carrière a mis à jour sur 4^m,50 le niveau calcaire gris clair à oolithes nuciformes blanchâtres.

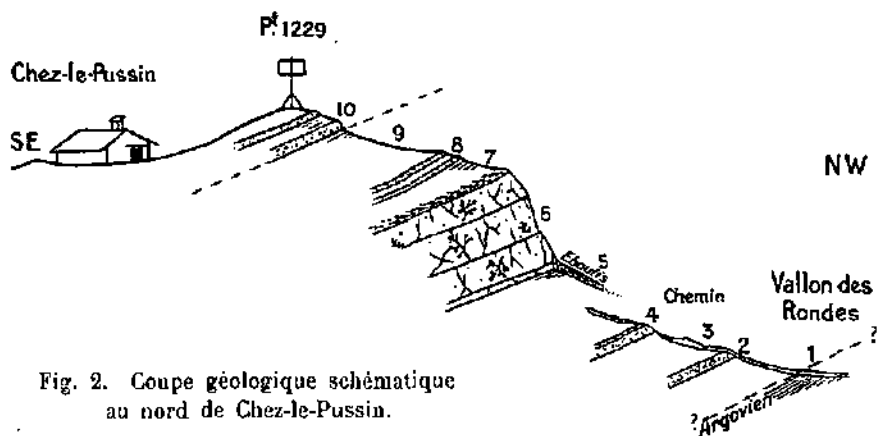


Fig. 2. Coupe géologique schématique au nord de Chez-le-Pussin.

Combinaison de deux coupes de détail très voisines.

1-9 = Séquanien inférieur et Séquanien moyen. 10 = Base du Séquanien supérieur.

L'éboulis cache la limite du Séquanien moyen et du Séquanien supérieur ; plus bas apparaît de l'Oolithe rousse :

- i) une première tête de 0^m,30 d'un calcaire en dalles, dense, grossier, échinodermique, à oolithes brunâtres, gris uniforme à la base, et
- h) une deuxième tête de calcaire gris-brun, à petites oolithes brun foncé, sous laquelle on mesure :
- g) 4^m,50 de marno-calcaires grumeleux et de bancs calcaires marneux hydrauliques de 0^m,10 d'épaisseur en moyenne, séparés par des marnes feuilletées, schisteuses. Cet ensemble, dans lequel nous avons relevé plusieurs *Bourguetia striata* Sow. (*Melania*), correspond au n° 7 de la coupe ci-dessus ;
- f) 1^m,30 de calcaire grossier, échinodermique et spathique, à oolithes bien distinctes, saillantes ;
- e) 11 à 12 m. de calcaire gris cendré, taché de bleu foncé, en bancs assez bien lités, à cassure nette, avec quelques amas d'oolithes ; vers la base seulement, on observe des traces de Coraux et de quelques Rhynchonelles ;
- d) 3 m. de calcaire irrégulier, bréchoïde, nettement coralligène, en bancs compacts ;
- c) 6 m. de calcaire marneux en bancs irréguliers, gris ou gris-bleu, comprenant des intercalations schisteuses, plus épaisses vers le bas et qui rappellent certains faciès argoviens ; ce niveau correspond à une partie du n° 5 de la coupe ci-dessus. Eboulis dont on voit émerger plus bas :
- b) une tête de calcaire en bancs minces, résistant, dense, brun foncé, oolithique, ayant l'aspect de la Dalle nacrée ;
- a) une autre tête d'un calcaire plus grossier, gris-bleu, à texture irrégulière.

Les marnes qui terminent vers le haut le Séquanien moyen, comprises entre l'Oolithe rousse d'une part et l'Oolithe nuciforme de l'autre, sont grises, parfois jaunâtres, un peu sableuses, remplies de *Zeilleria humeralis* Rœm. et de nombreuses petites Huitres, *Ostrea Bruntrutana* Thurm. presque certainement. On peut les suivre presque sans interruption, sur plusieurs kilomètres, grâce à la dépression de terrain à laquelle elles donnent naissance et dont on s'est servi pour le tracé de plusieurs sentiers ; l'absence fréquente de végétation forestière et quelques petits entonnoirs en indiquent aussi la position. Ce sont elles qui affleurent au fond de la grotte de Chez-le-Brandt ; elles comprennent quelques intercalations marno-calcaires rocailleuses, riches en fossiles ; nous y avons récolté de nombreuses *Pholadomyes*, surtout *Pholadomya paucicosta* Rœm.

Ainsi ce niveau marneux, qui permet la délimitation du Séquanien moyen et du Séquanien supérieur, passe à flanc de coteau à la Citadelle, reparaît localement plus au S. à Côte-Divois, passe l'arête rocheuse au N. de Chez-le-Pussin, court au S. des trois fermes de Chez-le-Brandt et de la plantation de la Grosse-Prise ; il suit dans toute sa longueur le pâturage de la Cornée, forme un petit vallon au S. des cotes 1143 et 1152, se rapproche de la frontière qu'il traverse à l'E. de la borne 115, au lieu dit (non marqué sur la carte) la Solitude ; on le suit sur la pente qui dévale sur territoire français où sa présence est indiquée par endroits par une rupture de pente.

On retrouve, de haut en bas, quelques-uns des aspects du Séquanien moyen et du Séquanien inférieur en traversant la frontière, au N.E. de la citerne suisse de Charopey (S.E. de la Cornée), par le chemin à l'E. de la borne 117. La petite combe correspond à l'affleurement des marnes du sommet du Séquanien moyen. Elle est dominée au N.W. par un crêt dont l'ossature est constituée par l'Oolithe rousse. Vers l'arête frontière, 7 m. environ de marno-calcaires gris, parfois noirâtres, délitables, en partie cachés, servent de toit à une masse de calcaires plus durs, plus compacts, haute de plus de 10 m., constituant la paroi rocheuse qui regarde vers la France. Ce calcaire gris-brun, assez uniforme, greuvé, contient des traces de Coraux et quelques *Rhynchonella corallina* Leym.

Au-dessous d'un replat apparaît un banc de 1^m,60 d'un calcaire irrégulier à nids de calcite, plus riche en Coraux empâtés.

Une nouvelle saillie aboutit au coude du chemin qui descend sur France et fait voir quelques pointements rocheux pétris de Coraux isolés ou en récifs, à l'état de moules ou d'empreintes et plus rarement entiers ; le calcaire est très échinodermique, saccharoïde, gris-bleu, mal stratifié, ocreux, vacuolaire ; il a parfois l'aspect d'une véritable brèche formée de débris très divers, de fossiles triturés, souvent indéterminables ; les *Rhynchonella corallina* Leym., *Rhynchonella semiconstans* Et., se reconnaissent faci-

lement. Nous avons souvent observé ce faciès dans la vallée des Rondes-la Cornée, au pied des escarpements qui la limitent. M. de Tribolet (27, p. 284) l'a étudié au Châtelu (couche à Coraux). Ce sont, avec les assises sous-jacentes, les couches du Châtelu de L. Rollier. Elles correspondent aux « Crenularisschichten ». C'est le Corallien inférieur de quelques auteurs.

D'après W. Kilian, qui mentionne le riche gisement du Mont-Châtelu (183), « la base du Séquanien est partout coralligène vers la frontière suisse, avec de nombreux Polypiers et *Cardium coralinum*. C'est un faciès de charriage avec des oolithes et des fossiles roulés », dit-il.

Ce niveau à Coraux repose sur des marno-calcaires jaune-brun moins apparents, mais riches en fossiles, dont les débris peuvent être recueillis assez fréquemment au bord du chemin ; au-dessous de celui-ci, on relève des traces d'un calcaire oolithique roux inférieur, parfois jaune et alors sableux.

Le reste du chemin est sans affleurements ; quelques fossiles dans les produits d'altération superficielle et quelques rapides sondages nous ont permis d'y constater le Séquanien inférieur. Il est représenté par des calcaires marneux gris-bleu à taches rougeâtres et à nids d'oxyde de fer pulvérulent, avec nombreuses sections de radioles d'Oursins ; par des marno-calcaires hydrauliques, et par un calcaire gris-brun, oolithique et spathique très irrégulier, grésiforme. La partie inférieure du chemin est déjà située dans l'Argovien.

Par la dépression qui entaille la dite arête frontière passe un autre chemin qui descend au N.W. vers Charopey et sur lequel affleurent les mêmes terrains dont les débris jonchent le sol. Des radioles d'*Hemicidaris crenularis* var. *intermedia* Forbes et de *Paracidaris florigemina* Phill. sont abondamment disséminés dans les bancs à Polypiers ou sur le délit des couches d'un calcaire en dalles dont le faciès rappelle la Dalle nacrée.

Cet ensemble, souvent visible et reconnaissable à sa riche faune, forme la côte jusqu'au delà de la Cornée, au S.W. et au N.E. dans la direction du Châtelu. Toute la base du Séquanien est envahie par ces dépôts coralligènes et contient des débris d'Echinides.

En remontant du village français des Seignes, situé sur l'Argovien, au poste de douane suisse, le Bredot, derrière lequel affleure l'Oolithe blanche du Séquanien supérieur, on traverse toute la série séquanienne dont on ne peut voir que les bancs calcaires les plus résistants.

Vers la borne 123, au S. de la Cornée, une petite carrière ouverte au sommet du Séquanien moyen montre une fois encore, sur une faible épaisseur, la diversité des dépôts de ce sous-étage.

En descendant le chemin qui, de la Grosse-Prise, conduit au poste de douane des Prés-Rolliers, on observe un calcaire gris-brun à grandes taches bleues, très dur et contenant des débris de

Coraux. Ces calcaires bleus spathiques affleurent aussi sur les crêts qui dominent au S. la ferme de la Cornée.

De l'autre côté de la vallée, on devine la même succession générale des assises du Séquanien inférieur et du Séquanien moyen, par exemple en montant du Pâquier au Cernil-du-Doubs. Vers le Pâturage des Allemands, plus au S.W., on voit un excellent affleurement d'oolithe rousse à grains serrés et à grandes taches bleues. Tout le long de cette côte existent des traces de calcaires coralligènes ; mais c'est sans contredit sous le Buclet, au S.W. de la douane de la Grande-Ronde, en remontant depuis la rive droite du ruisseau, parallèlement à la frontière, que nous avons rencontré le niveau le plus riche en Coraux. La succession des pentes et des contre-pentes, avec quelques affleurements, renseignent sur la structure du sous-sol.

Le Séquanien inférieur et le Séquanien moyen ont au total une épaisseur de 45 m. sur notre territoire.

Fossiles du Séquanien inférieur et du Séquanien moyen.

a) Derrière la Doux :

Pholadomya (Bucardiomya) paucicosta Roem.

Lima (Plagiostoma) tumida Roem.

Pecten strictus Mü. (= *Pecten Tombecki* P. de Lor.).

Terebratula Bauhini Et.

Zeilleria humeralis Roem. (*Terebratula*), à variabilité extrême ; très abondante, formant même de véritables lumachelles.

Zeilleria astartina Rollier (*Terebratula*) (= *Z. Egena*, non Bayle).

Zeilleria Douvillei ? Rollier (in fig. H. Douvillé, p. 91, pl. 4, fig. 8-9 sous le nom de *Z. Hudlestoni*, non Davidson).

b) Voie ferrée au-dessus de Saint-Sulpice :

Perisphinctes, peut-être du groupe de *P. plicatilis* (fragments).

Bourguetia striata Sow. (*Melania*).

Natica turbiniformis Roem.

Pholadomya (Bucardiomya) paucicosta Roem.

Lima (Plagiostoma) tumida Roem.

Lima (Plagiostoma) astartina Thurm.

Pecten (Chlamys) subarticulatus (d'Orb.) P. de Lor.

Venilicardia tenuirostris Et. (*Cyprina*).

Lucina substriata Roem. (= *L. Elsgaudiae* Th.).

Helcion vauligniacensis Cotteau.

Ostrea subnana Et.

Nombreux restes d'Ostracés indéterminables.

Terebratula Bauhini Et.

Terebratula cincta ? Cotteau.

Zeilleria humeralis Roem. (*Terebratula*), très abondante dans plusieurs couches.

* *Zeilleria astartina* Rollier (*Terebratula*).

Zeilleria Douvillei ? Rollier (*Terebratula*).

Rhynchonella corallina Leym. (*Terebratula*), espèce très fréquente.

Apiocrinus Meriani ? Desor, articles.

e) Sur Charopey-frontière et au S. de la Cornée :

Bourguetia striata Sow. (*Melania*).

Natica turbiniformis Roem.

Pholadomya (*Flabellomya*) *canaliculata* Roem.

Lima (*Plagiostoma*) *tumida* Roem.

Lima (*Plagiostoma*) *Greppini* Et.

Lima (*Plagiostoma*) *laeviuscula* Sow.

Lima (*Plagiostoma*) *corallina* ? Thurm.

Pecten Veziani Et.

Astarte cf. *robusta* Et.

Exogyra subnana Et. (*Ostrea*).

Terebratula Moravica Glock.

Terebratula cincta ? Cotteau.

Zeilleria humeralis Roem. (*Terebratula*).

Zeilleria cf. *astartina* Rollier (*Terebratula*).

Zeilleria Gartyensis Rollier (= *Waldheimia humeralis* Roem. in Davidson, vol. IV, part. II, n° 2, 1878, pl. XXIV, fig. 18-19).

Rhynchonella semiconstans Et.

Rhynchonella cf. *subs similis* Schloth.

Rhynchonella corallina Leym. (*Terebratula*).

Hemitiaris stramonium Ag. (*Hemicidaris*).

Hemicidaris crenularis Lk. var. *intermedia* Forbes.

Paracidaris florigemma Phill. (*Cidarites*).

Montlivaultia sp. indet.

Thecosmilia magna Thurm. (*Lithodendron*).

Thamnastraea Gillieron Koby.

Diplocœnia globata ? Et. sp., échantillon usé.

d) Au Buclet :

Pecten (*Chlamys*) *subarticulatus* (d'Orb.) P. de Lor.

Rhynchonella corallina Leym. (*Terebratula*).

Serpula subflaccida Et.

Paracidaris florigemma Phill. (*Cidarites*).

Stylina cf. *tubulifera* Phill. sp.

Heliocœnia cf. *corallina* Koby.

Confusastraea Thevenini Et.

Calamophyllia flabellum Blainv. (= *Rhabdophyllia flabellum* Et.)

et autres Coraux indéterminables.

e) Vers Chez-Molard :

Heliocœmia cf. *corallina* Koby.
Rhipidogyra flabellum Mich.
Thecosmilia magna ? Thurm. (*Lithodendron*).
Chorisastraea Caquerellensis Koby.
Isastraea Salinensis Koby.

Ces trois derniers fossiles sur le même échantillon.

f) Grotte de Chez-le-Brandt (couche marneuse du fond) et dépression devant les trois fermes du même nom, plus au N.; sommet du Séquanien moyen :

Pholadomya (*Flabellomya*) *Zitteli* ? Mœsch.
Pholadomya (*Bucardiomya*) *paucicosta* Rœm., très abondante.
Venilicardia tenuirostris Et. (*Cyprina*).
Opis cf. *Viridunensis* Buv.

Exogyra Bruntrutana Thurm. (*Ostrea*), très abondante.

Pecten strictus Mü. (= *Pecten Tombecki* P. de Lor.).

Terebratula cf. *bicanaliculata* Schloth. (*Terebratulites*).

Terebratula cf. *bisuffarcinata* Schloth.

Terebratula cf. *Baltzeri* Haas.

Zeilleria humeralis Rœm. (*Terebratula*).

Zeilleria astartina Rollier (*Terebratula*).

Rhynchonella corallina Leym. (*Terebratula*).

Apiocrinus Meriani Desor.

g) Plusieurs des fossiles précédemment énumérés ont été récoltés en d'autres endroits de notre territoire. Mentionnons :

Lima (*Plagiostoma*) *Monsbeliardensis* Ctj., route de Saint-Sulpice.

Pecten varians Rœm., le Corps-de-Garde.

Paracidaris florigemina Phill. (*Cidarites*). Superbe exemplaire entier trouvé au N. de la douane de la Grande-Ronde.

Hemicidaris crenularis Lk. (*Cidarites*), près de la Citadelle.

B. Le Séquanien supérieur.

Le Séquanien supérieur forme un tout aisément reconnaissable à la prédominance de calcaires à caractères pétrographiques et minéralogiques assez nets. Ces calcaires sont le plus souvent clairs, parfois spathiques, finement oolithiques ou à grosses oolithes irrégulières, disséminées et comme fondues dans la pâte, ou à oolithes confluentes, en essais dispersés. Les bancs sont épais vers le haut et vers le bas, plus minces et mieux lités vers le milieu. Quelques assises marneuses, soit grumeleuses et très oolithiques, soit homogènes, grises ou jaunâtres, interrompent la succession régulière. Le Séquanien supérieur mesure au total 40 à 45 m.

Les quelques niveaux caractéristiques sont :

le calcaire gris à concrétions nuciformes de la base ;
des marnes à articles d'*Apiocrinus Meriani* Desor et nombreux autres débris organiques ;
plus haut, des répétitions de l'oolithe rousse ;
des calcaires un peu marneux, gris-brun, à grandes taches bleues ;
au sommet de l'étage, l'*Oolithe blanche de Sainte-Vérène* ou *couche de Wangen* (L. Rollier, **56**; **75**, p. 69) est un niveau stratigraphique de valeur, puisqu'il permet la délimitation du Séquanien et du Kiméridgien. Il comprend des calcaires blancs, mats, subcrayeux, coralligènes, ou plus fréquemment à oolithes blanches ou roses, miliaires ou cannabines. Cette Oolithe blanche, développée dans le Jura bernois (sous-étage « corallinien » d'*Etallon*), est signalée en plusieurs points du canton de Neuchâtel par A. Jaccard (**20**, p. 195). J. Favre (**130**, p. 388) l'a constatée, avec des variations de caractères, partout aux environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. Les couches de Sainte-Vérène, plus oolithiques à l'W. qu'à l'E., s'étendent, d'après Ed. Juillerat (**116**, p. 72), de Longeaigue (S. de notre territoire) à la Rhyfluh. E. Rickenbach (**161**, p. 19) les a observées dans la région voisine du Val-de-Travers. Lorsque ce niveau manque, nous avons délimité les deux étages en tenant compte de la fréquence des oolithes ; elles sont nettes et plus abondantes dans le Séquanien.

Voici le détail de quelques gisements :

Grande carrière du Bois de la Porte-dessous (W. de Saint-Sulpice). — La série qui affleure donne une idée d'ensemble de la constitution du Séquanien supérieur dans la partie S. de notre territoire. Elle présente de très nombreuses analogies avec celle qu'on peut suivre, dans le même cirque, plus au N., le long de la route cantonale, dès l'entrée S.W. du tunnel, en descendant.

Au fond de la carrière, la paroi rocheuse séquanienne supporte encore une dizaine de mètres de couches appartenant au Kiméridgien inférieur sous lesquelles on voit de haut en bas :

10) Une masse compacte, épaisse, mal stratifiée, souvent fissurée, d'un calcaire gris-blanc, résistant, irrégulier, bréchiforme par places, à patine jaune-brun, contenant dans la plupart de ses bancs de nombreuses oolithes pâles ou roses et des nids de calcite: c'est l'*Oolithe de Sainte-Vérène*. Les fossiles, empâtés dans le calcaire cristallin, sont difficiles à extraire, mais fréquents. On y reconnaît des Brachiopodes, quelques Nérinées et même des Polypiers. Vers la base, la stratification est plus apparente, mais les bancs moins résistants mettent en saillie la masse sus-jacente, au total 15 à 16 m. La présence de ces Polypiers, bien conservés, a déjà été signalée par E. Rickenbach (**161**, p. 19).

9) Un calcaire gris-brun, assez homogène, non oolithique, moins résistant, présentant des rapports avec le complexe précédent : 5 m.

8) Trois bancs bien réglés de calcaire gris, sans oolithe, à cassure conchoïdale : 2^m,80.

7) Cinq bancs minces de calcaire marneux, gris-bleu, à taches bleues ou brunes : 1^m,50.

6) Un calcaire gris, homogène, esquilleux, légèrement savonneux au toucher : 2^m,50.

5) Un calcaire gris clair, en bancs assez réguliers, contenant quelques oolithes pâles ou rougeâtres ou même bleues. Les bancs inférieurs sont séparés par quelques centimètres de marno-calcaires. L'ensemble constitue la saillie rocheuse traversée par le tunnel d'évacuation des produits de la carrière ; il mesure près de 11 m.

4) Des alternances de minces bancs d'un calcaire gris ou gris-bleu, un peu marneux, avec quelques marnes feuilletées : 1^m,40.

3) Trois masses principales d'un calcaire irrégulier, gris-brun, uni, sans oolithes, tacheté par places, séparées par des marno-calcaires grossiers avec *Zeilleria humeralis* Roem. Au total 3 m.

2) Au S. de la carrière, un gros banc de calcaire très dur, saccharoïde, bleuâtre, à points et petites oolithes bleu foncé, à patine rougeâtre : 1^m,20.

1) Alternance d'une dizaine de bancs calcaires minces, marneux, gris-bleu, à taches bleu foncé et de marnes schisteuses ou grumeleuses, bleu sale, de 5 à 10 cm. d'épaisseur, oolithiques par places, à petits cailloux noirs, roulés ; traces de *Zeilleria humeralis* Roem. et de *Pecten* ; visible sur 4^m,20.

La délimitation du Séquanien supérieur du complexe inférieur (Séquanien moyen et Séquanien inférieur) nous paraît plus difficile ici que dans l'anticlinal du Larmont-Mont du Cerf. Pourtant l'abondance des bancs marneux et le faciès différent des roches nous semblent permettre l'attribution des couches 2) et 1) au Séquanien moyen. Cette limite, admise sans preuve paléontologique, fait également défaut hors de notre territoire.

L'anticlinal du Mont des Verrières est ouvert jusqu'au Séquanien supérieur ; il montre quelques bancs intéressants :

au N. et au N.W. de la ferme Sur la Corbière affleurent les dalles de l'oolithe rousse à grandes taches bleues ;

au S. de la même ferme, des travaux de recherches d'eau ont mis à jour des bancs marneux et des marnes grises très fossilifères, riches surtout en débris d'Echinides et en Brachiopodes ; certains lits sont remplis de petits Ostracés ;

les mêmes marnes affleurent à 300 m. au S. de Chez-le-Gros, au bord du chemin.

Aux environs de la « loge » du Mont-Barre, on trouve plusieurs niveaux du même sous-étage, soit :

au S., l'excellent repère qu'est l'Oolithe blanche, observée en plusieurs points de la voûte ; elle est ici à oolithes pâles, irrégulières ;

au N.E., l'oolithe rousse ;

au N.W. de ce même lieu, un calcaire gris-brun, vaguement coralligène, échinodermique à texture très grossière, presque bréchoïde.

A. Jaccard (184) n'indique que du Kiméridgien au sommet du Mont des Verrières. En réalité, les calcaires oolithiques, subcrayeux, avec intercalations argilo-marneuses à *Waldheimia humeralis* Roem., observés par Th. Rittener (101, p. 25) y sont bien développés.

Au col du Cernil, au N. du restaurant, on peut étudier en bordure de la route quelques affleurements de ce Séquanien supérieur qui forme le sommet de la voûte anticlinale surbaissée. Ainsi, au S. de la citerne, on constate quelques bancs minces d'un calcaire uni, un peu inclinés au S., alternant avec des marno-calcaires gris, savonneux au toucher, tachés de jaune-brun terne ; ces taches peuvent envahir des bancs entiers et forment par places des amas d'oolithes punctiformes.

Au N. de la même citerne apparaissent des marnes grumeleuses, grises ou bleuâtres, à taches jaunes, plus ou moins feuilletées, contenant *Zeilleria humeralis* Roem. et les débris des petits Ostracés si souvent rencontrés ailleurs. On y voit en outre, sur 1 m. d'épaisseur, des bancs plus calcaires, gris bleuâtre. Ces couches, presque horizontales, affleurent aussi dans la carrière située plus au N., à l'W. de la route, où l'on constate une succession de calcaires marneux, de marno-calcaires plus ou moins feuilletés, séparés par de minces intercalations grumeleuses remplies d'oolithes rousses très serrées ; des marnes schisteuses, gris foncé, rappellent certains faciès de l'Argovien.

Des bancs de même allure et d'épaisseur très variable réapparaissent dans la carrière sise plus au N. sur le flanc septentrional de l'anticlinal.

C'est de l'autre côté de la route, vers la Montagneta, dans une troisième carrière, qu'est décapé le calcaire blanc, un peu crayeux, à cassure mate et franche, du Séquanien tout à fait supérieur. Il est lité irrégulièrement et se désagrège en fragments polyédriques. Il contient *Rhynchonella corallina* Leym., *Terebratula subsella* Leym. et des traces de *Mytilus perplicatus* Et. Les oolithes pâles et éparses, saillantes sur les couches exposées à l'air, n'existent que dans certains bancs.

Vers l'E., l'anticlinal de la Forêt des Cornées est plus profondément entamé. Les bancs marneux du Séquanien supérieur sont souvent indiqués par le pâturage qui remplace la forêt, par des dépressions et par des entonnoirs. L'oolithe rousse réapparaît à plusieurs endroits, en particulier à l'E. de la Place-Jeannin et aux Fontenettes. C'est entre ces deux points que nous avons observé, en plein pâturage, le calcaire blanc oolithique, avec traces nombreuses de Lamellibranches et restes de Coraux, correspondant à l'assise du Bois de la Porte-dessous.

A l'W. du Petit-Cernet, une carrière profonde de près de 5 m.

montre les calcaires du Séquanien supérieur immédiatement sous-jacents à l'Oolithe blanche. La présence de cette dernière est indiquée par les nombreux « murgiers » du voisinage. Ces calcaires, en général gris, compacts, peuvent contenir des oolithes plus ou moins agrégées ou disséminées ; quelques-unes sont oblongues, à centre calcitisé. Les intercalations marno-calcaires contiennent *Zeilleria humeralis* Roem. et des tiges d'*Apiocrinus Meriani* Desor.

Les marnes et les marno-calcaires du sommet du Séquanien, souvent riches en débris organiques, ont joué un rôle dans le modelé de détail de toute la région.

Un calcaire très dur, gris-brun, rougeâtre, au N. de Chez-Rossel, a l'aspect d'une brèche organique.

Près de la dernière ferme, au N. du Grand-Cernet, nous avons vu la roche oolithique rousse dont certains bancs sont pétris d'oolithes brun chocolat.

Le calcaire gris clair, à oolithes nuciformes, de la base du Séquanien supérieur, est donc des plus typiques (voir p. 161) à l'E. de la Citadelle, vers le haut du chemin Lambelet ; il est d'ailleurs développé dans tout l'anticlinal du Larmont. Il correspond aux calcaires blanchâtres, à oolithes nuciformes, du Jura bernois, et surtout des Franches-Montagnes (L. Rollier, 56; 82, p. 58). Des bancs de calcaires à très grosses oolithes du même niveau ont été observés par J. Favre (130, p. 388) dans la chaîne de Pouillerel, prolongement N.E. de l'anticlinal du Larmont-Mont du Cerf. Par sa résistance, le calcaire à oolithes nuciformes fait saillie ; ses oolithes sont à structure concentrique, à couches alternativement claires et foncées et nombreuses stries rayonnantes. Elles peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre ; nous en avons observé une de 10 cm. L'Oolithe nuciforme est abondante aux environs de la ferme de Chez-le-Pussin. Entre les deux Prises, ces mêmes oolithes sont subcrazeuses et ont l'aspect de grosses taches irrégulières plutôt que de concrétions.

Au S.E. de la Petite-Prise, le calcaire blanc à rares oolithes roses et fossiles calcitisés contient des restes effacés de Coraux. Ce calcaire de l'Oolithe blanche détermine, là aussi, la limite supérieure de l'étage et peut être suivi jusqu'à l'angle N.E. de notre carte. Entre Bredot et l'Helvétia, plus au N.E., il coïncide à peu près avec le sentier de ronde des donaniers français.

Il existe, près du chemin qui traverse l'arête-frontière du Buclet, une petite carrière où le Séquanien supérieur est à nu sur une dizaine de mètres d'épaisseur. C'est une succession assez monotone de calcaires compacts. Quelques minces intercalations marno-calcaires montrent des traces assez nombreuses de fossiles : Brachiopodes (parmi lesquels de grosses *Terebratula Kobyi* P. de Lor.), des radioles épars d'Oursins, des tiges de Crinoïdes. L'Oolithe blanche, peu apparente, affleure de l'autre côté de la frontière et s'en rapproche plus au S.W. ; elle forme, plus visible, le point 1182 près de la borne 154.

Fossiles du Séquanien supérieur.

Ils ont été récoltés dans les principaux gisements suivants : Cor = marnes près de la ferme Sur la Corbière ; Gr = marnes du S.W. de Chez-le-Gros ; PD = la carrière du Bois de la Portedessous ; Cer = le Cernil ; Pr = la Petite-Prise ; C = disséminés aux environs des Cernets ; B = le Buclet.

- Natica amata* d'Orb.; erratique aux Petits-Bayards.
Ceromya excentrica Voltz (*Isocardia*); C.
Mytilus (Modiola) perplicatus Et.; Pr.
Trigonia sp.; Gr.
Lima (Plagiostoma) astartina Thurm.; Cor.
Astarte supracorallina ? d'Orb.; Pr.
Exogyra Bruntrutana Thurm. (*Ostrea*); partout.
Terebratula Kobyi P. de Lor.; C, B.
Terebratula Bauhini Et.; C, Cer.
Terebratula subsella Leym.; C, Cer, B.
Zeilleria humeralis Roem. (*Terebratula*); partout très abondante et souvent confondue avec la suivante.
Zeilleria astartina Rollier (= *Z. Egena*, non Bayle) (*Terebratula*); à peu près partout.
Zeilleria Gartyensis Rollier (*Terebratula*); assez fréquente.
Rhynchonella corallina Leym. (*Terebratula*); partout.
Rhynchonella pinguis ? Roem. (*Terebratula*); PD.
Calamophyllia flabellum Blainv. (= *Rhabdophyllia flabellum* Et.); PD.
Convexastraea minima Et. sp.; PD.
Hemidiaris stramonium Ag. (*Hemicidaris*); C.
Gymnocidaris diademata Ag. (*Hemicidaris*); C.
Paracidaris florigemma Phill. (*Cidarites*); radioles partout.
Plegiocidaris Blumenbachi Mü. (*Cidarites*); radioles ; C.
Plegiocidaris propinqua Mü. (*Cidarites*); C.
Apiocrinus Meriani ? Desor ; partout.

4. Le Kiméridgien.

(*Ptérocérien et Virgulien.*)

Desor et Gressly (18, p. 65), puis A. Jaccard (20, p. 188, pl. IV) ont donné les caractéristiques de cet étage dans le Jura neuchâtelois et fait connaître les niveaux-types qui le jalonnent.

Les puissantes assises du Kiméridgien, dont l'épaisseur totale varie de 160 à 170 mètres, occupent une bonne partie de la surface de notre territoire ; elles y sont presque toujours couvertes de forêts. Elles sont constituées surtout par des calcaires compacts ou subcompacts, en bancs épais, fréquemment fissurés, craquelés et par quelques bancs de calcaires marneux plus minces et mieux lités, avec intercalations de marno-calcaires grumeleux et, vers le bas de l'étage, par des marnes hétérogènes.

Les calcaires kiméridgiens sont généralement gris clair, jaunâtres, parfois plus foncés, bleuâtres même, souvent tachetés de jaune ou de rouge et quelquefois oolithiques. Quelques bancs sont nettement blancs, crayeux ; l'un d'eux, voisin de la limite inférieure de l'étage, est souvent confondu avec l'Oolithe blanche séquanienne ; il s'en distingue par des couches moins épaisses, moins résistantes et par ses oolithes plus pâles, moins nombreuses et irrégulières.

Nous avons observé des traces de Coraux qui paraissent ne former que des colonies localisées. Par contre, il existe, dans plusieurs niveaux calcaires, à des hauteurs diverses du Kiméridgien comme aussi dans le Portlandien, des verniculations irrégulières, sinueuses, ramifiées, espèces de tubulures remplies d'une matière sableuse, agglomérée, gris jaunâtre, terne, souvent saillante et qui pourraient bien être des restes de Polypiers.

Les calcaires dolomitiques sont fréquents dans le haut de l'étage.

La série presque entière du Kiméridgien a été mise à nu lors de la construction de la route cantonale dans le cirque de Saint-Sulpice. Quoiqu'elle apparaisse dans la partie du cirque comprise dans les limites de notre carte, nous nous dispensons d'en donner une description, celle-ci ayant été faite récemment par E. Rickenbach (161, p. 21-23). Nulle part, dans la région qui nous occupe, cette série n'est aussi complète. Aussi nous contentons-nous de donner ici quelques descriptions générales et quelques coupes partielles afin de montrer qu'il y a des variations de faciès dans le détail de l'énorme masse kiméridgienne.

On peut observer quelques aspects du Kiméridgien inférieur, sous-jacent aux marnes du Banné, dans la carrière du Bois de la Porte-dessous, à gauche du chemin qui monte non loin de la grande exploitation de Séquanien décrite au paragraphe précédent.

De haut en bas et de l'W. à l'E., nous avons noté :

6) Les marnes dites du Banné, qui correspondent à une partie du complexe 29, invisible, de la série étudiée par E. Rickenbach le long de la route de Saint-Sulpice, sont indiquées ici par une excavation. Elles sont schisteuses, un peu sableuses, grisâtres, parsemées de petites oolithes brunes vers le bas, plus grossières et grumeleuses, et passent aux marno-calcaires jaunâtres, gris sale vers le haut ; elles sont pétries de nombreux fossiles où prédominent les Lamellibranches : 1 m. 50.

5) Des calcaires marneux peu résistants, d'abord gris jaunâtre, puis gris brunâtre vaguement oolithiques à grosses taches bleues, puis plus durs et gris-bleu, mouchetés de bleu plus foncé, enfin gris-jaune, unis, à cassure franche, à traces rares de *Trichites* et de *Terebratula* : 6 m. environ.

4) Une succession de bancs minces, plaquetés (7 à 9 cm.), puis

plus épais (25 à 40 cm.), d'un calcaire dur, gris-bleu ou brunâtre à grandes taches bleues, avec essais ou traînées d'oolithes et nids fréquents de calcite ; quelques rares intercalations schisteuses peuvent les diviser. Certains bancs ont l'aspect de brèche à éléments plus ou moins anguleux : 5^m,20.

Ce calcaire gris-bleu tacheté est caractéristique du Kiméridgien inférieur. Nous l'avons trouvé partout où affleure la base de l'étage. Il est bien visible dans la carrière du Mont-Barre plus à l'W., au sommet du même anticlinal. Sa présence a été observée aux environs des Cernets, non loin de Chincul, et en plusieurs points du Bois-du-Veau. Il occupe toujours un niveau intermédiaire entre les marnes du Banné et l'Oolithe blanche séquanienne.

3) Deux gros bancs (1^m,50 et 1^m,10) de calcaire plus dur, gris-bleu, gris-brun, taché de jaune : 2^m,60.

2) Trois bancs épais, morcelables en fragments polyédriques, d'un calcaire légèrement marneux, très finement spathique, gris clair, puis blanchâtre, d'abord taché, puis peu à peu oolithique, à oolites dispersées, oblongues, pâles. Les délits des couches sont couverts d'aspérités à patine jaune d'ocre : 4^m,20.

1) Cet ensemble repose sur une grande dalle de calcaire gris foncé épaisse de 0^m,60.

La paroi rocheuse qui sépare les deux carrières, épaisse d'une dizaine de mètres, est encore kiméridgienne. Elle est constituée par des calcaires homogènes à cassure esquilleuse, qui font saillie, et par des marno-calcaires brunâtres vers le haut, passant au gris clair vers le bas, au voisinage des premiers bancs séquaniens. Une partie de cette masse s'avance au-dessus du Séquanien vers le sommet de la grande carrière E., en face de l'entrée, et y forme un éperon bien visible dans l'état actuel de l'exploitation.

La route nouvelle du Mont des Verrières coupe très obliquement l'ensemble kiméridgien sur une distance de plus de deux kilomètres. Il est impossible d'en donner une coupe complète ; la végétation a envahi une partie des talus de cette tranchée artificielle. Quelques bancs de calcaire gris, voisins de la verticale, y forment plusieurs parois régulières que la route suit presque parallèlement. Une des parois, constituée par des calcaires homogènes, gris-brun, montre sur le plat des couches des traces abondantes des vermiculations grises et sableuses mentionnées plus haut. Ces vermiculations sont particulièrement fréquentes dans le Kiméridgien supérieur.

Peu avant le lacet de la route, à la montée, près de la frontière, affleure un banc irrégulier qui se distingue de l'ensemble kiméridgien par sa teinte d'un blanc crayeux ; il est calcitisé et contient de nombreux moules de Lamellibranches et de Brachiopodes impossibles à extraire.

Au coude de la route, on observe de haut en bas, dans le Kiméridgien moyen :

2) 3^m,50 d'un calcaire légèrement marneux, gris-blanc, en bancs assez minces qui se désagrègent.

1) 10 à 12 m. d'un calcaire marneux en bancs épais, puis plus minces. Ce calcaire est gris noirâtre, un peu saccharoïde et oolithique, sableux par places. Quelques bancs sont dolomitiques. Dans la grande paroi qui borde la route au S. apparaissent dès lits marneux, riches en grosses *Ceromya excentrica* Voltz (*Isocardia*) et en restes de Nérinées ; les premières n'ont pas subi la déformation si caractéristique que présentent les mêmes Lamelli-branches dans les marnes du Banné. Ce niveau à *Ceromya*, déjà mentionné par Th. Rittener, qui y aurait récolté aussi des *Trigonia* (101, p. 80), est également visible entre les deux tunnels de la voie ferrée du cirque de Saint-Sulpice.

Des calcaires gris foncé, très irréguliers, se succèdent plus à l'E. le long de la route ; les bancs plus ou moins épais du Kiméridgien inférieur y affleurent successivement, mais d'une façon très sporadique. Les calcaires gris-brun et bleuâtres prédominent. Les oolithes sont plus fréquentes.

L'humidité du sol et la flore marquent plus loin le site des marnes du Banné. Avant la sortie du bois apparaît un calcaire blanc saccharoïde sous-jacent, puis, à la lisière même, un calcaire brun bleuâtre, ponctué, analogue à celui de la carrière du Bois de la Porte-dessous. Tous les bancs entamés dans la carrière ouverte plus à l'E. sont kiméridgiens ; certains sont un peu gauchis et disloqués.

La limite du Kiméridgien et du Séquanien passe près de la jonction du sentier des Verrières avec la route.

Le chemin neuf qui mène des Côtes à la Baume-du-Piqueur et de là à Chincul traverse la masse kiméridgienne jusqu'au voisinage du Séquanien ; mais l'observation y est encore plus difficile.

On peut voir quelques aspects du Kiméridgien tout à fait supérieur dans la carrière exploitée au-dessous de la route des Cernets, à mi-hauteur du versant.

Un calcaire grossier recouvert d'oxyde de fer affleure près du chemin. A la limite S. de la carrière et à l'E. de celle-ci apparaissent quelques têtes d'un calcaire gris clair traversé de nombreuses veines de calcite et contenant quelques Nérinées ainsi que des traces de Bryozoaires. Ces derniers sont mieux visibles un peu plus à l'W., en bordure du chemin horizontal. Puis on observe de haut en bas :

Un calcaire brunâtre, résistant, à grain serré, en bancs irréguliers dont quelques-uns se délitent en plaquettes grossières. Ce calcaire est finement spathique, vaguement oolithique ; on y trouve quelques Nérinées, de nombreuses Huîtres indéterminables et d'autres traces organiques. Vers la base, il est mieux lité, plus clair et plus marneux. Son épaisseur est d'environ 2^m,50.

Des bancs d'un calcaire mat, gris-blanc, lavé de brun-rouge,

taché de bleu, à cassure esquilleuse, contenant des amas ou géodes de calcite et des restes fossilifères, dont quelques Térébratules. Épaisseur : 5 m.

Ce calcaire, vers le fond W. de la carrière, devient blanchâtre, plus régulier, crayeux, à morcellement cuboïde.

De même, c'est près du sommet du Kiméridgien qu'ont été ouvertes les trois carrières qui se succèdent au N. de la Vy-Pochon, au-dessus des Bayards. Dans toutes trois affleurent les mêmes bancs de calcaire résistant, gris-brun, cristallin, riche en Nérinées. Par exemple, on constate dans la carrière de Bellevue, de haut en bas :

4) Près du bord S., sous la terre végétale, une couche marneuse, stérile, finement sableuse, un peu dolomitique, gris-jaune sale à reflets verdâtres et flambée de jaune rouille, qui pourrait être déjà la base du Portlandien.

3) Un calcaire gris-brun à Nérinées, qui sont moins fréquentes qu'ailleurs au même niveau : épaisseur 2^m,50.

2) En retrait, une couche marno-calcaire sableuse : épaisseur 0^m,30.

1) Un calcaire gris-brun, résistant, qui forme en partie le fond de la carrière ; il est très riche en grosses Térébratules et on y trouve de rares Nérinées.

Le même calcaire, rempli de Brachiopodes, est visible au fond de la carrière de la Lavetaz, la plus occidentale des trois.

Ainsi le Kiméridgien est loin de présenter cette uniformité et cette stérilité qu'on lui attribue trop souvent. Plusieurs bandes marneuses ou marno-calcaires, très subordonnées, il est vrai, et des bancs calcaires à caractères suffisamment tranchés, forment autant de niveaux-repères qui permettent et favorisent l'étude de cet étage.

Nous n'avons pas trouvé en place le niveau à *Pseudocidaris Thurmanni* Ag. (*Hemicidaris*) du Kiméridgien inférieur. Pourtant, en fouillant dans les déblais de construction d'une citerne au N.W. de Chincul-dessus, nous avons récolté huit gros radioles de cet Echinide, si caractéristiques par leur forme en massue ; ils indiquent le voisinage de cet horizon.

Par contre, les *marnes du Banné*, qui affleurent à une trentaine de mètres en moyenne au-dessus de la base du Kiméridgien, sont un des niveaux les plus caractéristiques de la partie inférieure de cet étage. Ce sont les marnes de la zone « strombienne » de J. Thurmann (19, p. 51), les marnes à *Ptérocères* de Ch. Contejean (17, p. 20), ou les marnes de Noirvaux de A. Jaccard (20, pl. IV). Si elles n'ont pas l'importance qu'elles présentent aux environs de Porrentruy, parce qu'envahies de bancs calcaires, elles n'en sont pas moins assez développées pour qu'on puisse les reconnaître sur toute l'étendue de notre territoire. Le plus souvent couvertes de végétation, elles sont cependant décelées par la

dépression parfois humide qu'elles déterminent. Ailleurs, elles forment un replat utilisé, comme carrefour de plusieurs chemins. Elles peuvent favoriser l'apparition du pâturage, sous forme d'une étroite bande dans la forêt. Elles sont facilement reconnaissables à l'affleurement ; nous les avons notées en plus de vingt endroits, grâce surtout à leur abondante faune de Lamellibranches. Les Gastéropodes sont plus rares : *Harpagodes Thirriae* Ctj. (*Pterocera*), *Alectryonia pulligera* Goldf., *Terebratulula subsella* Leym., *Trichites Saussurei* Thurm. existent dans presque tous les gisements. Malheureusement, les fossiles, réduits le plus souvent à des moules internes, sont dans un médiocre état de conservation ; ils sont fréquemment déformés, écrasés ; les valves des Lamellibranches sont parfois décalées l'une par rapport à l'autre ; les Nérinées sont si comprimées que leur détermination est presque impossible.

Le niveau du Banné appartient au type des dépôts vaseux et est constitué par des marnes argileuses grises ou jaunâtres, des marnes sableuses gris sale, grumeleuses et surtout des marno-calcaires rognonneux, très irréguliers, grisâtres, jaunâtres, bariolés, ailleurs bleuâtres, plus résistants ; le tout est entrecoupé de quelques minces bancs calcaires délitables. Certains bancs sont finement schisteux et un peu oolithiques.

Nous avons cru reconnaître en plusieurs endroits la superposition presque immédiate de deux horizons assez semblables que nous assimilons aux mêmes marnes du Banné ; non loin de celles-ci apparaît un banc pétri de Brachiopodes. Malheureusement, l'identification et les rapports de ces divers niveaux ne sont pas toujours des plus aisés à établir.

Ainsi, un excellent gisement des marnes du Banné, épais de 1^m,50, existe dans le Bois de la Porte-dessous (p. 173) ; on en retrouve des traces d'une part dans le tunnel de la voie ferrée sous les Rochers, où elles donnent lieu à des suintements plus ou moins permanents, et, d'autre part, vers le coude du chemin qui monte du Haut-de-la-Tour vers Sur la Corbière, où elles sont formées de marno-calcaires assez résistants, assez compacts, gris-brun sale ou gris-bleu.

Cette bande marneuse, peu visible, se poursuit régulièrement à mi-hauteur de la pente boisée, sur le flanc N. de l'anticlinal du Mont des Verrières ; elle réapparaît plus nettement sur le chemin du Mont-Barre et est traversée plus au S.S.W. par la route du Mont des Verrières.

La route du Cernil coupe, sur les deux flancs de l'anticlinal de la Forêt des Cornées, les mêmes marnes assez symétriquement disposées par rapport au faite de ce dernier. Visibles sur 1^m,50 d'épaisseur, au S. vers le point 1139, elles se délitent près du grand coude de la route. Au N., près de la cote 1156, on voit une alternance de marno-calcaires schisteux et de minces bancs calcaires peu fossilifères. Ces bancs marneux affleurent presque

parallèlement de part et d'autre du pli ; grâce aux nombreux chemins de dévestiture, ils ont été mis à nu en plusieurs points de la Forêt des Cornées. A l'angle S.W. de la plantation des Placettes, au bord du chemin, ils sont si riches par place en Térébratules et surtout en Ostracés qu'ils prennent l'aspect d'une vraie lumachelle.

Le gisement cote 1112, dans la même forêt, nous a fourni de nombreux fossiles, mais beaucoup sont absolument indéterminables. Au S. du Haut-des-Côtes, et le long du chemin horizontal qui en part vers l'W. pour aboutir sous le Petit-Cernet, l'affleurement des mêmes marnes est indiqué dans la topographie.

Au S. de ce dernier hameau, dans une petite carrière, on peut observer, compris entre des bancs minces de calcaire gris, des marno-calcaires grumeleux de même couleur, riches en *Ostrea pulligera* Goldf. et en *Terebratula subsella* Leym. Une dizaine de mètres plus au N., au bord de la route, au-dessous des bancs précédents, apparaissent quelques traces d'un calcaire marneux et de marnes grisâtres avec Lamellibranches fréquents. Au milieu du pâturage enfin, on distingue difficilement les marnes du Banné proprement dites qui se délitent en plaquettes grisâtres et brunâtres.

Le long du chemin le Petit Cernet-Vallée de la Chaux, près du Combasson, non loin du point 1152, existe un replat des plus significatifs, dû en partie à ces bancs marneux du Kiméridgien inférieur. Une étude minutieuse nous a permis d'en découvrir plusieurs affleurements en ces parages : quelques-uns, aux alentours du faux menhir du Combasson, nous ont fourni une abondante récolte de fossiles. En quittant cette dépression dans la direction des Cernets, nous avons noté, au bord du chemin, un gisement de 1^m,8 à 2 m. d'épaisseur de marnes schisteuses, grises, un peu sableuses, rudes au toucher, presque stériles. De l'autre côté de la dépression, en descendant vers les Planées, on retrouve sur le bord du chemin, près du point 1149, des marnes supérieures à *Terebratula* ; elles sont plus caractéristiques encore dans le pâturage, à environ 250 m. à l'E. de la ferme du Combasson, où on peut recueillir par poignées les mêmes Brachiopodes.

Les marnes du Banné forment une autre bande qu'on suit assez loin par places dans le Bois-du-Veau. Leur plongement étant faible, elles affleurent plus largement qu'ailleurs ; aussi leur position est-elle aisément reconnaissable. Le nouveau chemin des Jordans à la Petite-Prise traverse à mi-hauteur un pâturage dû à ces marnes, dont il existe deux niveaux. A l'E. de ce replat herbeux, en bordure du chemin, paraît un banc où abondent des Gastéropodes. Nous avons retrouvé ce même banc en montant des Brazels à la frontière, dans la direction de la borné 109, ainsi que des traces plus au N.E., au delà du Pavillon, non loin de l'Écrenaz. Sous Bredot, un replat correspond aux marnes du Banné dont on voit l'horizon à *Terebratula* et à *Ostrea pulligera* Goldf.

Le niveau des calcaires et des marnes à *Ostrea Bruntrutana* Thurm., mentionné par A. Jaccard (20, p. 188, pl. IV), situé à 30 ou 35 m. au-dessous de la limite supérieure du Kiméridgien, constitue, quoique moins apparent que le précédent, un autre repère. Il nous paraît utile pour séparer, de la masse kiméridgienne proprement dite, tout le sommet de l'étage fait de calcaires en bancs en général plus minces, parfois saccharoïdes, moins compacts et moins résistants.

Cet horizon à *Ostrea Bruntrutana* Thurm. est visible au N. des Jordans à 200 m. à l'intérieur de la forêt, sur les deux bords du chemin. Sur quelques centimètres de marnes feuilletées, friables, jaunâtres, riches en Brachiopodes et en petits Ostracés, reposent 20 à 25 cm. de marno-calcaires également fossilifères, sableux, grisâtres ou bleuâtres, jaune-brun, veinés et tachetés de rose ; au-dessus apparaissent des calcaires marneux irréguliers, sub-compacts, résistants, contenant quelques Lamellibranches mal conservés, mais surtout pétris des mêmes petites Huîtres à test rouge-brun, impossibles à dégager.

Les meilleurs affleurements de ces calcaires et marnes à *Ostrea Bruntrutana* se trouvent à l'« endroit » du vallon de la Chaux, au pied de la pente boisée, en plein pâturage du Pavillon, aux alentours de la citerne des Michels, et plus au S.W. entre les deux Planées, vers le point 1131. Dans la combe du Petit-Bois-noir, près du contour du nouveau chemin, leur présence est indiscutable ; ils sont par contre moins abondants dans la Forêt des Cornéas.

Les *Nérinées* sont distribuées et dispersées irrégulièrement dans toute l'épaisseur de l'étage. Leurs moules internes sont assez fréquents dans plusieurs bancs marneux et leurs sections sont observables dans quelques assises calcaires. Elles peuvent être si abondantes à certains niveaux qu'elles donnent lieu à des bancs à *Nérinées*, horizons-repères utiles. L'un d'eux, formé d'un calcaire très dense, gris-blanc, à structure cristalline, compris entre les marnes du Banné et le banc à *Ostrea Bruntrutana*, fait saillie le long du nouveau chemin horizontal du Petit-Bois-noir. Au même niveau apparaît, au N.E. de la Planée-de-Vent, près du chemin, un banc analogue ; ce dernier est mieux visible vers la ferme de Chincul-dessus où la charrue met souvent à jour des dalles irrégulières remplies de ces Gastéropodes.

Près du sommet de l'étage existe un autre niveau à *Nérinées* sur lequel nous reviendrons, car il importe à la question de la limite du Kiméridgien et du Portlandien.

De même *Terebratula subsella* Leym. et sa variété *suprajuraisensis* Thurm., si communes dans tout l'étage, peuvent pulluler dans certains bancs et former une lumachelle d'aspect détritique.

¹ Dans les parlers de la région, *endroit* se dit du versant de la vallée exposé au soleil, et *envers* du versant opposé.

En plus de la lumachelle qui paraît constante au-dessus des marnes du Banné, nous avons rencontré un niveau semblable, avec traces de *Trichites Saussurei* Thurm., vers les deux tiers de l'étage, au N. du Bas-des-Côtes, dans le Grand-Bois-noir, et au-dessus de la route du Mont des Verrières, en pleine forêt. Vers le haut du Kiméridgien, on rencontre de même, fréquemment, des Térébratules assez polymorphes ; il en est ainsi à plusieurs endroits à la lisière S. de la Forêt des Cornées, en particulier dans les carrières de la Lavetaz et de Bellevue déjà mentionnées. Le même horizon nous est apparu dans une carrière à Dangniaux au-dessus des Verrières françaises, à peu près dans le même alignement.

Un calcaire à Bryozoaires du Kiméridgien supérieur, gris-blanc ou brun clair, dolomitique, est visible au N. des Jordans près de la lisière de la forêt et au-dessus des Verrières près de la carrière au N.W. du Bas-des-Côtes. Quoique nous ne l'ayons pas trouvé en place, il doit aussi affleurer au N. des Bayards, car il est fréquemment représenté dans le glaciaire de la région. Le squelette de ces Bryozoaires, à structure fibreuse et à aspect mat, est le plus souvent mis en saillie et aisément reconnaissable.

S'il nous a été assez facile de tracer la limite entre le Séquanien et le Kiméridgien, nous avons par contre rencontré plus de difficultés à établir celle du Kiméridgien et du Portlandien.

L'important niveau à *Ostrea virgula* DeFr., si développé dans la région de Montbéliard (Ch. Contejean, 17) et dans le Jura bernois (J. Thurmann, 19 ; L. Rollier, 56, 65, 82), encore observable mais réduit à la Chaux-de-Fonds et aux Brenets (A. Jaccard, 20, p. 188 ; J. Favre, 130, p. 388), ne paraît pas avoir laissé de traces appréciables dans notre région. Aussi cette absence a-t-elle singulièrement compliqué la recherche du sommet du Kiméridgien. Il existe bien, à la limite des deux étages, un banc marneux et marno-calcaire, schisteux, sableux, gris sale, taché de rouge lie-de-vin ou de jaune-rouge et riche localement en petits Ostracés indéterminables, mais ces derniers ne rappelant en rien *Ostrea virgula*. Il est fort probable que les marnes virguliennes sont remplacées ici par des bancs calcaires dans lesquels il est encore plus difficile de déceler la présence de ces Ostracés.

Le niveau marneux précédent, qui en certains endroits paraît au voisinage de calcaires coralligènes blanc crayeux sous-jacents, peut être suivi depuis la carrière de l'Ecrenaz-dessus, à un kilomètre au N.E., en dehors des limites de notre carte, jusqu'au N. des Barthélemy et des Brazels où ses menus fragments permettent de le reconnaître : un excellent affleurement, de 1 m. d'épaisseur environ, a été mis à jour récemment près de la scierie des Jordans. Ce niveau réapparaît au N. du hameau des Prises. A environ 250 m. à l'W. des Redards, il est recoupé par le chemin ; il y est formé de marnes plus jaunâtres, un peu verdâtres, par places ocracées, avec rares débris de fossiles dont quelques traces

d'Huîtres. Le même niveau a été reconnu aux Replans sur les Bayards et au N. du Crêt d'Agneau sur Meudon.

D'autre part, la présence dans le Kiméridgien, près de son sommet, d'un banc de calcaire gris-brun, résistant, pétri de Nérinées en général de grande taille, nous a été très utile pour la recherche de la limite supérieure de l'étage. Ce banc affleure sur le chemin du Haut-de-la-Tour à Sur la Corbière, à mi-hauteur, dans la forêt ; nous y avons rencontré un exemplaire médiocre de *Corbis subclathrata* (Thurm.) Ctj. Ce même banc peut être observé plus à l'W. sur le chemin qui conduit des Champs-Berthoud à Chez-le-Gros. E. Rickenbach (161, p. 24) l'a relevé dans une carrière abandonnée au N. du restaurant du Parc, un peu à l'E. de la limite de notre carte. Il affleure dans une ancienne exploitation au S. des Jorats, traverse les trois carrières au N. de la Vy-Pochon ; nous l'avons retrouvé en plusieurs points au-dessus des Places, à la lisière du bois. Le gisement du point 1052, près du coude du chemin Vy Renaud-Forêt des Cornées, est plus problématique quant à sa situation. Plus à l'W., par contre, au N. de la cote 1030, l'affleurement de ce niveau est de nouveau certain ; il ne doit pas être confondu avec le banc portlandien à Nérinées qui apparaît au N. de la maison des Côtes-de-Bise, près du sentier. Nous avons attribué au même banc du sommet du Kiméridgien le calcaire plus ou moins dolomitique à Nérinées que l'on voit au bord N. de la route des Cernets. Ce banc apparaît, presque avec le même faciès, dans la vallée de la Chaux, en plusieurs points près des Redards et au N. des Jordans. La limite supérieure de l'étage, au moyen de ce niveau, doit être établie avec prudence, puisqu'il existe d'autres horizons à Nérinées dans le Kiméridgien et dans le Portlandien inférieur.

C'est entre les Jordans et les Michels d'une part, et la lisière de la forêt de l'autre, qu'affleure un des niveaux les plus curieux et les plus énigmatiques de toute la région. On trouve au milieu du pâturage, où aucune mesure n'est possible, d'abondants vestiges d'un calcaire blanc ou blanc jaunâtre, spathique, gréseux, à texture serrée, crayeux ou subcrayeux, oolithique par places. Il a l'aspect d'une brèche zoogène qui se délite en minces plaquettes ou en fragments plus ou moins polyédriques et qui contient, en certains endroits, de nombreux Nérinéidés et d'autres Gastéropodes impossibles à isoler. Cette brèche peut passer à une roche plus grossière, à éléments plus irréguliers et plus volumineux, voire même contenir des cailloux roulés, des concrétions brunâtres et surtout noires pouvant atteindre la grosseur d'une noisette, éléments semblables à ceux du Purbeckien. L. Rollier a déjà mentionné des dépôts analogues dans le Jura bernois (56, p. 37 ; 82, p. 60-62). Il s'agit certainement ici d'un amas ou d'une intercalation lenticulaire locale, car nous ne l'avons vu nulle part ailleurs. Seuls les calcaires blanc crayeux affleurent au S.W. de la même vallée, au N. des Bouilles en particulier. Ils pourraient repré-

senter le Virgulien supérieur et correspondre aux calcaires à *Diceras* de Montbéliard et d'Alle. Nous nous demandons même si l'ensemble des bancs immédiatement sous-jacents, assez souvent saccharoïdes, dolomitiques, les couches à Nérinées et à Bryozoaires séparées de la masse principale kiméridgienne par les marnes à *Ostrea Bruntrutana* Thurm., ne pourrait pas être placé tout entier dans le Virgulien, mieux différencié dans le Jura bernois. C'est dans un de ces bancs que nous avons récolté le seul exemplaire certain d'*Ostrea virgula* Deffr. Les rares fossiles ne permettent pas de résoudre la question.

Il est bon de noter que, d'après Marcel Bertrand, l'emplacement du Virgulien, aux environs de Pontarlier (182), n'est marqué que par de gros bancs calcaires blancs à Nérinées et Polypiers. La partie supérieure de l'étage kiméridgien, dans la région d'Ornans, au N. de notre territoire, est constituée, d'après W. Kilian (183), par des calcaires subcoralligènes et saccharoïdes à *Diceras suprajurensis*, des couches à *Corbis subclathrata*, des calcaires et des marnes à *Exogyra virgula*. Th. Rittener (101, p. 27) mentionne, dans les environs de Sainte-Croix, au sommet du Kiméridgien, un calcaire blanc à traces de fossiles (Nérinées, etc.) qu'il considère comme appartenant au Calcaire à Bryozoaires de Jaccard.

Fossiles du Kiméridgien.

Ces fossiles sont répartis dans toute l'étendue de notre territoire et concentrés surtout dans les bancs marneux. Beaucoup étaient isolés, aussi jugeons-nous inutile d'énumérer tous les gisements.

a) Fossiles du Kiméridgien sous-jacent aux marnes du Banné :

Nerinea Thurmanni ? Et.

Ceromya excentrica Voltz (*Isocardia*).

Ceromyopsis striata d'Orb. (*Isocardia*) (= *Ceromya inflata* Ag.).

Pholadomya (*Bucardiomya*) *paucicosta* Ag.

Pholadomya multicostata (Roem.) Ag.

Thracia incerta Desh.

Hinnites (*Prospondylus*) *inæquistriatus* (Voltz, *Spondylus*) Thurm.

Lima (*Plagiostoma*) *Monsbeliardensis* Ctj.

Terebratulula subsella Leym.

Terebratulula Zieteni ? P. de Lor.

Terebratulula bisuffarcinata Schloth. (*Terebratulites*).

Holactypus corallinus d'Orb.

Pseudocidaritis Thurmanni Ag. (*Hemicidaritis*), citerne de Cbincul et au N. des Jordans.

Echinopygus Blumenbachi Koch et Dunker (*Olypeaster*).

b) *Fossiles des marnes du Banné* :

Gisements : PD = Bois de la Porte-dessous ; Co = chemin de Sur la Corbière ; Ba = au-dessous du Mont-Barre ; Cer = près du Cernil et point 1139 ; FC = point 1112, Forêt des Cornées ; BP = Baume-du-Piqueur ; Pl = les Placettes ; HC = au S. du Haut-des-Côtes ; PC = le Petit-Cernet ; C = le Combasson ; J = au N. des Jordaus ; Br = vers Bredot.

- Harpagodes Thirriae* Ctj. (*Pterocera*); partout.
Chenopus (Phyllochilus) Ponti ? Brgt. (*Strombus*); Cer.
Natica hemisphaerica d'Orb. (*Nerita*); PD.
Pleurotomaria Philae d'Orb.; FC.
Cyphosolenus Wagneri Thurm. (*Rostellaria*); HC.
Palaeohydatina cf. *suprajurensis* Rœm. (*Bulla*); HC.
Quadrinervus cf. *Perroni* Piette (*Chenopus*); HC.
Nerinea Salinensis d'Orb.; Cer.
Ceromya excentrica Voltz (*Isocardia*); partout.
Ceromyopsis striata d'Orb. (*Isocardia*) (= *Ceromya inflata* Ag.); J, HC.
Pholadomya (Bucardiomya) paucicosta Rœm ; C.
Pholadomya (Bucardiomya) angulosa ? Ag.; BP.
Pholadomya (Procardia) ovulum Ag.; PC.
Pholadomya (Bucardiomya) Protei Brgt. sp.; J, FC.
Arcomya helvetica (Thurm.) Ag.; PC, J.
Pleuromya hortulana Ag. (*Homomya*); PC, C, J.
Mactromya Meriani (Thurm. sp., Royer sp.) Rollier; Cer, HC.
Mactra cf. *ovata* d'Orb.; FC.
Thracia incerta Desh.; PD, FC, HC.
Cardium (Integricardium) Banneianum (Thurm.) Ctj.; C, HC, PC, J.
Lucina substriata Rœm.; PC, PD, HC, C, J.
Nucula sp., PD.
Avicula Gesneri Thurm.; PC.
Perna subplana d'Orb. (*Avicula*); C.
Mytilus (Pernomytilus) cf. Randenensis (Mœsch sp.) Rollier; PD.
Mytilus Jurensis (Merian, Thurm.) Et.; Pl, PD, PC, FC, J, Cer.
Mytilus (Modiola) perplicatus Et.; C.
Mytilus (Modiola) subæquiplicatus Goldf.; C, PD.
Mytilus (Modiola) cf. abbreviatus Thurm.; BP.
Pinna Saussurei Desh. (= *Trichites Saussurei* Thurm.); FC.
Hinnites (Prospodylus) inæquistriatus (Voltz, *Spondylus*) Thurm.; PC, J.
Hinnites (Prospodylus) cf. velatus Goldf. (*Spondylus*); C.
Lima (Plagiostoma) spectabilis ? Ctj.; Cer, BP, Maison-Blanche.
Lima (Plagiostoma) tumida Rœm.; J.

Lima (*Plagiostoma*) *semipunctata* ? Et.; BP.
Lima (*Plagiostoma*) sp.; très fréquente.
Alectryonia pulligera Goldf. (*Ostrea*); partout.
Trigonia (*Lyriodon*) *suprajurensis* Ag.; PC.
Trigonia concentrica Ag.; FC.
Terebratula subsella Leym.; partout.
Terebratula subsella var. *suprajurensis* Thurm.; partout.
Terebratula Parandieri ? Et.; C.
Rhynchonella corallina ? Leym.; FC, C.
Astrocoenia (*Coenastræa*) Martis Et.; J.

c) Fossiles du Kiméridgien moyen (entre les marnes du Banné et les marnes à *Ostrea Bruntrutana*) :

Nerinea Desvoidyi d'Orb.
Nerinea Salinensis d'Orb.
Nerinea Elsgaudiae Thurm.
Nerinea subturriculata Rollier.
Ceromya excentrica Vollz (*Isocardia*).
Ceromyopsis striata d'Orb. (*Isocardia*).
Pholadomya (*Bucardiomya*) *Protei* Brgt. sp.
Pleuromya tellina Ag.
Mactromya quadrata ou *rugosa* Rœm. (*Mya*).
Mactromya Meriani (Thurm. sp., Royer sp.) Rollier.
Pecten (*Entolium*) cf. *Buchi* Rœm.
Alectryonia pulligera Goldf. (*Ostrea*).
Rhynchonella inconstans Sow. (*Terebratula*).
Terebratula subsella Leym.

d) Fossiles du Kiméridgien supérieur :

Parmi les gisements principaux, désignons en abrégé : J = N. des Jordans ; PB = Petit-Bois-noir ; Br = S.W. de la ferme du Brouillet ; Pl = au-dessus des Places ; Po = à la Vy-Pochon.

Harpagodes Thirriae Ctj. sp. (*Pterocera*); J, Br.
Ampullina Elea ? d'Orb. (*Natica*); Br, PB.
Natica subnadosa ? Rœm.; route des Cernets.
Cryptoplocus depressus Voltz (*Nerinea*); sous les Jorats.
Cryptoplocus pyramidalis Mü. (*Nerinea*); Pl.
Nerinea Desvoidyi d'Orb.; Po, les Cernets.
Nerinea Elsgaudiae ? Thurm.; Pl.
Nerinea Salinensis d'Orb.; chemin de Sur la Corbière, les Redards.
Ptygmatis pseudobruntrutana Gemm.; Po.
Ptygmatis Elea d'Orb. (*Nerinea*); J.
Ceromya excentrica Voltz (*Isocardia*); PB, Br, J.
Ceromyopsis striata d'Orb. (*Isocardia*); J.
Anatina striata Ag. (*Cercomya*); la Planée-de-Bise.
Pholadomya multicostata (Rœm.) Ag.; J.
Pleuromya tellina Ag.; J.

- Mactromya quadrata* ou *rugosa* Roem. (*Mya*); Br, J.
Cardium (Integricardium) Banneianum (Thurm.) Ctj.; les Redards, Br.
Corbis subclathrata (Thurm. sp.) Ctj.; chemin de Sur la Corbière.
Lucina substriata Roem.; Br.
Mytilus (Pernomytilus) Randenensis (Moesch sp.) Rollier; au-dessus des Liadets.
Mytilus Jurensis (Merian, Thurm.) Et.; les Replans.
Pecten (Camptonectes) Flamandi Ctj.; J.
Pinna Saussurei Desh. (= *Trichites Saussurei* Thurm.); Br, Pl.
Alectryonia pulligera Goldf. (*Ostrea*); Br.
Exogyra Bruntrutana Thurm. (*Ostrea*); J, PB, au-dessus des Places.
Exogyra virgula DeFr. (*Ostrea*); J.
Terebratula subsella Leym.; partout.
Terebratula subsella var. *suprajurensis* Thurm.; Forêt des Cornées, route du Mont des Verrières.
Terebratula Zieteni P. de Lor.; Po.

5. Le Portlandien.

Cet étage présente de nombreux rapports avec le Kiméridgien auquel il succède d'ailleurs sans limite tranchée. Moins épais, il s'étend cependant sur de grandes surfaces grâce au faible plongement de ses couches, qui remplissent en partie le fond de la vallée de la Chaux et recouvrent par places les flancs de nos anticlinaux. Lorsqu'il est renversé, réduit à une étroite bande et amoindri à certains endroits, semble-t-il, par la pression tectonique, le Portlandien soutient nos voûtes déversées; il en est ainsi à l'« envers » des deux vallées synclinales, où il n'atteint pas, toutefois, le développement indiqué par A. Jaccard (177, 184). Bien que recouverts le plus souvent par le pâturage, ses affleurements suffisent à établir la régularité des dépôts et la constance de leurs caractères. Ce Portlandien nous paraît présenter beaucoup d'affinités avec celui des chaînes plus septentrionales du Jura; mais dans ses grandes lignes, l'aspect de l'étage est le même dans toute la région avoisinante.

Il est possible d'y distinguer deux sous-étages :

A) Le *Portlandien inférieur* (Portlandien inférieur et Portlandien supérieur de A. Jaccard) est une masse de calcaires compacts, homogènes, d'un gris plus ou moins foncé ou jaune pâle, tachés de rouge ou de jaune, à stratification très variable, en lits plutôt minces. Cet ensemble, puissant d'une cinquantaine de mètres, est divisé par quelques intercalations marneuses et surtout par des marno-calcaires noduleux, irréguliers, parfois fossilifères. Les bancs les plus épais ne dépassent guère 1^m,50. Dans la partie infé-

rieure de ce complexe, quelques bancs sont pétris de monles de Nérinées (*Acrostylus trinodosus* Voltz) et de Gastéropodes (*Natica*). Ce niveau fossilifère, reconnu par A. Jaccard (20, p. 183) dans le Jura franc-comtois et dans le Jura neuchâtelois, est également mentionné par Marcel Bertrand dans son étude sur la région de Pontarlier (182).

En l'absence des *marnes virguliennes*, la limite avec le Kiméridgien ne peut donc être tracée qu'avec un peu d'arbitraire. Mais la présence assez régulière, sur le flanc normal de nos anticlinaux, de 1 à 2 m. de marnes et marno-calcaires un peu dolomitiques, sableux, gris jaunâtre à taches vineuses, favorise cette séparation.

B) Le *Portlandien supérieur* (Purbeckien inférieur de A. Jaccard), épais de 30 m. environ, comprend de bas en haut :

a) Les *calcaires lithographiques* plaquetés, à dendrites, gris, lavés ou rayés de jaune, extérieurement rougeâtres par oxydation, parfois gris-blanc, pouvant se subdiviser en minces feuillets schistoïdes. Ces calcaires en plaquettes, épais de 5 à 6 m. et aisément reconnaissables, sont séparés du complexe supérieur, plus important, par une couche marneuse.

b) La *dolomie saccharoïde portlandienne*, tantôt compacte à grain très fin, lourde, bien litée, gris verdâtre, tantôt plus nettement cristalline, blanchâtre, un peu crayeuse, finement oolithique, à cassure rugueuse, décomposable en fragments polyédriques, ou encore âpre, celluleuse, moins résistante, ou enfin très finement saccharoïde, fissurée, gris foncé à gris-blanc, voire même blanche, à pâte homogène.

Des marnes plus délitables recouvertes de végétation divisent les calcaires qui sont mis en saillie.

Cet ensemble est le plus souvent couronné par une faible épaisseur de dolomie vacuolaire, irrégulière, à stratification confuse, sorte de cornieule rugueuse, accompagnée d'une poudre ocreuse, résidu de dissolution.

C'est au long de la route cantonale du cirque de Saint-Sulpice, au-dessous de la Chaîne, qu'on peut faire la meilleure étude du Portlandien. La série, levée par E. Rickenbach (161, p. 25-30), y est à peu près complète : c'est à peine s'il y manque les un ou deux derniers mètres. Le banc de cornieule terminal a disparu ; on en trouve un résidu cristallin et ferrugineux, épais de un à deux centimètres, sur une dalle portlandienne, à l'entrée W. du tunnel située plus au N. Par contre, ce banc affleure nettement en bordure de l'ancien chemin forestier au-dessous des Charins, à quelques décimètres du Purbeckien ; on trouve, là aussi, des traces d'un calcaire blanc, mat, lithographique.

Le fond de la Combe-German, nettoyé d'une partie de son matériel glaciaire, est de Portlandien. En montant, on y voit successivement :

1) Près du coude du chemin des Parcs, à l'W., sous le matériel morainique, au voisinage d'une masse conglomératique, un calcaire bousculé, irrégulier, gris-noir, saccharoïde du Portlandien supérieur.

2) A quelques pas de là, vers le N.E., dans une petite carrière, environ 2^m,50 de calcaire plissoté, saccharoïde, d'un gris brillant ou d'un blanc crayeux, très finement oolithique, un peu celluleux par places, âpre, appartenant au même sous-étage.

3) Dans la combe même, plus au N., de nombreux débris d'un calcaire plaqueté qui se divise en minces feuilletés ondulés.

4) Près de la cote 1036 enfin, à environ 50 m. au S.W. de la ferme, dans une carrière de pierre à bâtir abandonnée après un essai malheureux d'exploitation (le Portlandien est souvent fissuré, fragmenté et même carié), on observe quelques bancs du sous-étage inférieur. De haut en bas, nous avons mesuré :

c) 1^m,30 de calcaire gris à points rougeâtres disséminés, en trois bancs principaux, irréguliers, délitables, surplombant ;

b) 1^m,20 de marno-calcaires noduleux, grumeleux, très désagrégés, feuilletés, d'un gris terne un peu jaunâtre ; les nodules calcaires sont plus abondants vers le bas. Les fossiles sont fréquents mais rarement bien conservés ;

a) 1^m,40 d'un calcaire gris-brun, en un gros banc plus compact que c).

Le fond de la carrière est jonché des produits de la paroi.

Les mêmes niveaux du Portlandien inférieur apparaissent, en partie, au N.E. des cibles des Bayards, à l'E. de la cote 999 ; nous y avons récolté quelques fossiles, la plupart fragmentaires.

La tranchée de la cible montre le calcaire blanc, crayeux, oolithique, à texture grossière, en bancs minces du Portlandien supérieur. Nous y avons récolté quelques fragments d'un calcaire curieusement cannelé.

Sur le chemin des Places, entre deux crêtes morainiques, on aperçoit quelques bancs, faiblement inclinés, d'un calcaire marneux en plaquettes grises un peu verdâtres.

Au-dessus de la ferme des Côtes-de-Bise, au bord du chemin, un banc de Portlandien inférieur fait saillie : nombreuses sections de Nérinées.

Vers le Bas-des-Côtes, la construction du chemin et de la route a découvert diverses variétés de la dolomie portlandienne, des calcaires plaquetés et le sommet du Portlandien inférieur dont la succession, quoique incomplète, rappelle absolument ce que l'on peut voir au long de la route de Saint-Sulpice.

Le contact du Portlandien et du Purbeckien est invisible. Le banc de cornéule, assez friable, fait partie de la dépression purbeckienne. Il n'affleure nulle part à la bordure N. du synclinal ; il faut aller jusqu'au-dessus des Verrières françaises, près Dangniaux, où une carrière l'a entamé, pour trouver des vestiges de

ce calcaire cloisonné, à cellules en partie remplies de débris terreux.

On observe, par contre, à l'E. de la maison actuelle du Bas-des-Côtes :

8) Sur 1 à 2 m., quelques têtes de calcaire saccharoïde, gris foncé, résistant, à grain fin, avec abondants dépôts de calcite sur le délit des couches.

7) Au N. de la maison et de la route, trois saillies visibles sur 2^m,50 d'épaisseur d'un calcaire d'abord saccharoïde, bien lité, gris blanchâtre, sublithographique, puis à texture plus grossière, en bancs plus minces, fendillés, désagrégés : nous y avons récolté un échantillon de calcaire dolomitique cellulaire, gris jaunâtre, à veines entrecroisées de calcite, calcaire âpre des plus typiques.

6) A quelques mètres plus au N., un pointement peu visible de calcaire blanc, crayeux, teinté de vert.

5) Au fond d'une carrière abandonnée, du calcaire gris taché de jaune, plaqueté, d'abord en bancs très minces, subdivisibles en plaquettes de quelques millimètres, puis en bancs plus épais, de 0^m,30 à 0^m,40, d'un gris plus foncé, rayé de bandes jaunes ou parsemé de plages irrégulières de même couleur ; l'ensemble est visible sur 2^m,20.

Les mêmes bancs affleurent plus à l'W. au bord de la grande route.

Ensuite apparaissent, au fond de la même carrière ou dès le coude du chemin montant, les premières assises du Portlandien inférieur. Nous avons noté :

4) Un calcaire gris-noir, ponctué de rouge, ou gris-blanc un peu calcitifié, en bancs irréguliers. Ces bancs sont divisés par quelques centimètres de marno-calcaires. Au total 5^m,50.

3) Des marno-calcaires très grumeleux, gris, panachés de jaune-brun, avec traces fossilifères, de 1^m,50 de puissance.

2) Des marnes très feuilletées, jaunâtres, avec débris de petits Ostracés indéterminables, épaisses de 0^m,12.

1) Un calcaire plus dur, plus compact, gris à taches jaunes ou gris noirâtre, en bancs épais de 0^m,50 à 0^m,70 et visibles sur une dizaine de mètres.

Sur le même chemin, nous avons noté un calcaire résistant, un peu bréchoïde, avec sections de Nérinées et de Brachiopodes.

A 150 m. plus à l'W., la route est dominée par une petite paroi rocheuse de Portlandien inférieur, régulière, inclinée de 45 degrés au S. et recouverte de quelques nodules marno-calcaires. On constate sur le plat de certains gros bancs des marnes sableuses, grises ou verdâtres, qui forment tantôt des amas irréguliers, tantôt des vermiculations ramifiées.

A la Combette sur Meudon, on traverse de part en part le Portlandien dont les bancs diaclasés, fendillés et fragmentés font

peu saillie. La partie haute de l'étage, gris jaunâtre, très saccharoïde, est observable sur une épaisseur de 5 m. dans une carrière à la lisière du bois, à quelques pas de la frontière, en territoire français.

Sur le versant opposé de la vallée, le Portlandien ne se prête pas mieux à l'étude ; plus qu'ailleurs, il est difficile de le distinguer du Kiméridgien. Quelques têtes de couches du Portlandien inférieur paraissent le long de la route du Mont des Verrières ; ce sous-étage est reconnaissable à ses calcaires tachés de rouge ou de jaune et à ses bancs en général plus minces. Mais dès le croisement de la route et de l'ancien chemin du Mont, l'affleurement plus typique prend un intérêt tout particulier : dès l'excavation due au croisement, mais surtout plus à l'W., dans deux carrières allongées et peu profondes, on observe des bancs redressés, voire même un peu renversés, de calcaires résistants qui forment paroi le long de la route. Dans les restes de marno-calcaires grumeleux, noduleux, friables, plus ou moins sableux, gris jaunâtre qui y adhèrent, on peut voir de nombreuses Nérinées facilement isolables, mais aplaties et fragmentées. Parmi ces dernières, nous avons reconnu *Acrostylus trinodosus* Voltz (*Nerinea*) ; d'autres Gastéropodes, entre autres *Natica Marcousana* d'Orb., selon toute probabilité, s'y trouvent. La surface des bancs calcaires est bosselée, rugueuse, couverte d'aspérités et de vermiculations ramifiées, avec cupules et perforations.

Un petit affleurement des mêmes calcaires gris foncé et des marno-calcaires à Nérinées existe entre la ferme et la scierie des Jordans (vallée de la Chaux) ; nous avons cru y reconnaître *Cryptolocus pyramidalis* Mü.

Dans cette vallée de la Chaux, le Portlandien a les mêmes caractères que dans celle des Verrières ; on y trouve la même succession de faciés. Nous avons reconnu sur le versant N. de la Forêt des Cornées (derrière les Piagets, à l'Envers et au S. des Redards) la fréquente apparition, au voisinage immédiat du Purbeckien, soit du calcaire caverneux vacuolaire dit *cornieule portlandienne*, soit de calcaires plus résistants, cristallins, jaunes, bigarrés de vert ou de jaune plus foncé. Le calcaire rubané y affleure également. La première couche de marne sableuse, jaunâtre et stérile qui a été entamée par le chemin à l'W. des Redards nous paraît appartenir au Portlandien inférieur.

Nous avons trouvé, entre les Prises et les Bouilles, mais non en place, une brèche portlandienne à nombreux petits cailloux anguleux empâtés dans une masse gris noirâtre très saccharoïde.

Rien de plus curieux que l'orographie de détail de ce fond de vallée de la Chaux. Près des Redards, de Chincul-dessous, des Bouilles, le versant S. est divisé par des saillies rocheuses, sorte de barres qui correspondent aux calcaires dolomitiques résistants du Portlandien supérieur et séparent un certain nombre de paliers herbeux dus aux bancs marneux ou marno-calcaires. Ces crêtes

traversent obliquement la vallée et se continuent en alignements presque parallèles vers le N.E. au-devant des Jordans, des Brazels, des Barthélemy ; elles sont effacées par places, couvertes de végétation et réduites alors à quelques têtes rocheuses où se rencontrent certaines des raretés floristiques de la région.

Les débris de ces rochers jonchent le sol, surtout dans le haut de la vallée. Ils sont amoncelés en « murgiers » par les paysans et la présence de ces accumulations artificielles souligne le pittoresque du territoire.

Fossiles du Portlandien.

Seul le sous-étage inférieur nous a livré une petite faune. Les fossiles se rencontrent dans les marnes et les marno-calcaires qui sont presque toujours recouverts de végétation, aussi l'effectif des récoltes est-il réduit.

Gisements : Ver = route du Mont des Verrières, à l'W. du point 1046 ; Vy = à l'W. de la Vy-Pochon ; Cer = route des Cernets ; G = à la Combe-German ; J = les Jordans.

- Harpagodes Oceani* ? Brgt. (*Strombus*); Ver.
- Ampullina Elea* d'Orb. (*Natica*); Ver.
- Ampullina* cf. *Marcousana* d'Orb. (*Natica*); Ver.
- Natica dubia* Rœm.; Ver.
- Nerinea Salinensis* d'Orb.; Ver.
- Acrostylus trinodosus* Voltz (*Nerinea*); Ver.
- Acrostylus* cf. *trinodosus* Voltz (*Nerinea*); Ver.
- Cryptoplocus macrogonius* Thurm. et Et. (*Nerinea*); Ver.
- Cryptoplocus* cf. *pyramidalis* Mü. (*Nerinea*); Ver, Vy.
- Pholadomya multicostata* (Rœm.) Ag.; Vy.
- Pleuromya tellina* ? Ag.; G.
- Cardium* (*Protocardium*) *eduliforme* Rœm.; Vy.
- Cyprina* sp.; les Places.
- Nucula Menkii* Rœm.; G.
- Mytilus Morrisii* Sharpe ; Ver.
- Pinna suprajurensis* d'Orb.; Cer.
- Lima* (*Radula*) cf. *argonnensis* Buv.; Vy.
- Terebratula subsella* var. *suprajurensis* Thurm.; G, Vy-Jeannet.
- Rhynchonella semiconstans* ? Et.; Ver.

6. Le Purbeckien.

Le Purbeckien est un ensemble de faciès saumâtres et d'eau douce du Portlandien supérieur, suivant G. Maillard (45, 49). La série étudiée ici correspond au terrain dubisien de Desor et Gressly (18, p. 45), au Purbeckien moyen et supérieur de A. Jacard (20, p. 174). Comme le Purbeckien est presque partout caché par la végétation, il nous est impossible d'en donner une coupe complète, mais il est aisé de reconnaître ses contours sur le ter-

rain grâce au rôle orographique qu'il joue. Sa présence est indiquée par un palier des plus significatifs ou par une dépression souvent humide, par des sources ou encore par l'alignement des nombreux entonnoirs de la vallée de la Chaux.

La puissance du Purbeckien normal est de 15 à 20 m., avec une moyenne probable de 18 m. Elle peut être réduite par suite d'écrasements. Le Purbeckien est si laminé, par places, qu'il disparaît, comme il arrive dans les flancs renversés de l'anticlinal du Mont des Verrières et de l'anticlinal de la Forêt des Cornées. Mais ailleurs le replat en question paraît plus large : c'est que les dolomies portlandiennes contribuent à sa formation, ce qui a lieu au N. des Verrières-de-Joux, sur le territoire français limitrophe. Nous évaluons l'épaisseur du Purbeckien à 16 m. à l'W. du tunnel du Haut-de-la-Tour, à 18 m. au bas de la Combette, derrière Meudon ; elle est de 19 à 25 m. au fond de la galerie de recherche d'eau des Bayards (les Gars), de 20 m. dans la vallée de la Chaux. A. Jeannet l'a trouvée de 1^m,20 seulement au Moulin du lac des Taillères.

Les affleurements du Purbeckien sont rares dans notre territoire et souvent limités à quelques décimètres carrés. Le peu de couches que nous avons pu observer appartient principalement au Purbeckien supérieur, c'est-à-dire aux couches appelées « nymphéennes », constituées par une alternance de marnes grises et de calcaires marneux plus ou moins compacts.

Au S. de la ferme des Charins, au bord d'un chemin forestier abandonné, nous avons constaté, sans pouvoir rien mesurer, les traces suivantes du Purbeckien supérieur :

Un calcaire gris brunâtre, compact, finement oolithique, avec des cristaux épars de calcite.

Des marnes et des marno-calcaires d'un gris sale, grumeleux, rognonneux, qui se désagrègent à l'air en fragments irréguliers couverts d'une patine rousse ou jaunâtre. Les marnes entourent de petites concrétions calcaires aisément détachables et empâtent intimement de petits cailloux plus ou moins arrondis d'un calcaire noir ou des fragments plus clairs irrégulièrement répartis ; l'ensemble est une véritable brèche dans laquelle on remarque des géodes de calcite. Une coupe mince nous a montré de rares tiges de *Chara*, dont une accompagnée de ses tubes corticaux.

Au-dessus du réservoir de Meudon affleurent :

Un calcaire marneux, grisâtre, plus régulier et mieux lité.

Une brèche à ciment gris foncé et éléments menus, multicolores, principalement noirs ou gris ; cette roche montre de nombreuses traces de *Chara*. Ces organismes sont représentés par des rameaux, par des tiges avec leurs tubes corticaux et surtout par des fructifications aux contours bien définis (voir à ce propos 140, pl. XXII, et 136, pl. XIII et XIV).

L'affleurement le plus étendu est situé à la même hauteur ;

mais de l'autre côté de la frontière, près du has de la Combette. Il y a là des marno-calcaires d'un gris blanchâtre, savonneux, délitables. Nous y avons noté aussi une mince couche de cornieule plus jaunâtre, calcaire marneux un peu cloisonné, âpre au toucher, et surtout un banc de calcaire résistant, mieux lité, sublithographique, qui répand une odeur fétide, bitumineuse, quand on le frappe au marteau.

Une moitié du grand réservoir des Verrières est construite sur le Purbeckien ; nous y avons recueilli un échantillon de calcaire marneux, gris clair, lithographique, plaqueté, légèrement saccharoïde.

Dans les déblais de la galerie des Bayards, on pouvait voir les traces d'une superbe brèche à pâte gris-bleu et à gros fragments noirs.

Les affleurements du Purbeckien sont encore plus rares dans la vallée de la Chaux. Nous avons observé dans un entonnoir, au N. de Bémont, un calcaire compact, gris, taché de vert, à cassure lisse. Au S. des Bouilles, nous avons noté quelques décimètres carrés d'un calcaire marneux gris foncé, bréchiforme, à petits cailloux noirs.

La terre arable de certains entonnoirs est argileuse, douce au toucher, bleuâtre, gris foncé ou parfois jaunâtre : elle ne peut provenir que de l'altération des couches purbeckiennes sous-jacentes.

Nous n'avons pas trouvé d'affleurements des marnes argileuses inférieures gypsifères. Pourtant elles ne font pas défaut. L. von Buch en parle déjà (4, p. 708) et leur attribue la formation des entonnoirs de la vallée de la Chaux. Un peu en dehors de notre carte se trouve, dans le même alignement, le Creux du Gypse, autrefois exploité. G. Maillard (45, p. 16) mentionne une ancienne exploitation de gypse aux Prises (vallée de la Chaux) ; il n'existe actuellement aucun affleurement de marnes purbeckiennes dans ces parages. A. Jaccard a marqué ce gisement sur la première édition de la feuille XI de la Carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000^e (177) ; il a été supprimé dans la seconde édition.

CHAPITRE IV

Le Crétacé.

1. Généralités.

Les terrains de cette période, représentés par le Néocomien et par quelques témoins peu apparents et d'ailleurs remaniés de l'Albien, remplissent le fond de nos deux cuvettes synclinales et forment en partie la base des flanquements anticlinaux. Quoique cachés, par places, sous des dépôts molassiques ou sous une couverture morainique, ils se révèlent fréquemment en ces lieux.

Leurs affleurements sont nombreux mais toujours trop restreints pour qu'on puisse établir avec précision les rapports des divers horizons et analyser dans le détail le passage d'un étage à l'autre. Pourtant, nous avons pu constater la diversité des faciès et recueillir une faune abondante, développée dans un milieu biologique renouvelé et influencé par des changements dans les conditions de la lithogénèse.

On doit à A. Jaccard (20) d'avoir fixé certaines caractéristiques de ces terrains, non pour la seule région des Verrières, mais pour tout le Jura neuchâtelois. E. Baumberger, dans plusieurs publications (81, 96, 105, 112), a consigné le résultat de ses observations et étudié la répartition des faciès des divers étages infracrétacés ; plusieurs de ses descriptions se rapportent au territoire de nos recherches.

2. Le Valanginien.

Il est possible de considérer dans notre région, comme dans d'autres parties du Jura, les deux sous-étages habituels, répondant à des faciès distincts :

A) *Le Valanginien inférieur (Berriasien, Infravalanginien)*, le plus variable des deux ; une partie correspond au « Marbre bâtard », d'ailleurs mal représenté ici. Il forme une masse épaisse, au total, de 30 à 40 m., du moins dans le vallon des Verrières.

B) *Le Valanginien supérieur*, formé surtout de « Calcaire roux », horizon plus constant qui passe par places à la « Limonite ». Il semble mesurer une dizaine de mètres d'épaisseur.

A. Le Valanginien inférieur.

Le Valanginien inférieur se compose de bas en haut :

a) D'une succession de calcaires oolithiques gris ou jaunes, en bancs assez minces, plaquetés, comprenant vers le haut quelques intercalations marno-calcaires ou marneuses.

b) De marnes ou de marno-calcaires plus francs à *Terebratula valdensis* P. de Lor., *Toxaster granosus* d'Orb. et nombreux débris de petites Huitres.

c) D'une masse de calcaires plus compacts, en bancs plus épais mais irréguliers, que nous faisons correspondre au « Marbre bâtard », dont elle occupe le niveau sans en avoir les caractères.

Les complexes a) et b) correspondent en partie aux marnes valanginiennes mentionnées par Desor et Gressly (18, p. 43), aux faciès de marnes grises et de calcaires oolithiques de Valangin observés par E. Baumberger et H. Moulin (81, p. 180), et à la zone des calcaires oolithiques et des marnes du Jura central mentionnée par Albert Heim (147, Bd. I, tab. p. 520). Ils représentent le Berriasien inférieur que H. Lagotala dans son « Etude géologique de la région de la Dôle... » (143, p. 7), a séparé du Berriasien supérieur, auquel correspond ici le complexe c).

Dans son ensemble, le Valanginien des Verrières est certainement moins calcaire qu'aux environs de Neuchâtel.

A l'E. du Haut-de-la-Tour, en bordure N. de la grande route et le long de la voie ferrée, dès la sortie W. du tunnel, on peut noter quelques-uns des caractères de ce Valanginien inférieur pour autant que l'observation n'est pas empêchée par les dépôts glaciaires. Nous n'hésitons pas à rattacher tout cet ensemble, appartenant au flanc S.E. du synclinal finissant des Verrières, à ce sous-étage. On en peut cependant distinguer quelques têtes de couches, peu visibles, du Valanginien supérieur ferrugineux, sur la pente boisée voisine, au S.E. de la ferme A l'Endroit, près de laquelle passe la dépression synclinale en partie comblée de moraine jurassienne.

Le talus artificiel qui domine l'entrée du tunnel du Bois-du-Ruthlin est traversé par le Purbeckien invisible. Nous n'avons donc pu étudier le contact du Purbeckien et du Valanginien. Mais dès le mur de soutènement, on peut voir, de ce dernier étage :

1) Un calcaire gris-brun, parfois un peu rose, oolithique, en bancs minces, de 6 à 30 cm. d'épaisseur, pas toujours bien lités ; certains bancs plus tendres contiennent des traces fréquentes de *Terebratula valdensis* P. de Lor.; d'autres ont l'aspect d'une micro-brèche à éléments irréguliers : au total 4^m,30.

2) Vers le haut, une zone marno-calcaire de même couleur établit la transition à des calcaires gris-rosé, suboolithiques, plus compacts, à structure plus régulière. Le banc principal mesure 0^m,50. Au total 1^m,20.

3) Une série de bancs minces, délitables en plaquettes, d'un calcaire gris clair, très oolithique, à oolithes jaunâtres ou brunâtres ; visible sur 3^m,70.

C'est sur cet ensemble que doivent s'être déposés les marno-calcaires et les calcaires marneux qui affleurent très sporadiquement sur le chemin conduisant au-dessus du tunnel. Il y a là des bancs très oolithiques, à oolithes irrégulières, brun-rouge ; ces oolithes ferrugineuses sont empâtées dans une masse gris clair, parfois blanchâtre. Les moules de Brachiopodes et de Lamellibranches, de nombreuses petites Huîtres surtout, sont abondants mais toujours mal conservés. Nous avons observé un faciès analogue avec *Toxaster granosus* d'Orb. dans la forêt du Bracon sur Buttes.

A l'endroit où le chemin précédent atteint le fond de la combe, il existe, en partie caché par les dépôts superficiels et par la forêt, un calcaire compact gris-brun ou rosé à grains serrés, sub-oolithique, finement spathique, et des traces d'un calcaire gréseux à texture grossière, à petits nids d'oxyde de fer pulvérulent, ainsi que des marno-calcaires gris clair, voire brun-roux, à *Terebratula valdensis* P. de Lor., *Toxaster granosus* d'Orb., *Tylostoma naticoides* P. et C. et restes de petits Ostracés.

La plupart des bancs qui viennent d'être décrits forment l'ossature d'une partie de la colline qui sépare la voie ferrée de la route cantonale. La petite carrière ouverte à l'E. du monticule, du côté de la combe, fait voir un calcaire en dalles gris brunâtre ou gris clair, finement oolithique et spathique, bréchiforme par places et un peu ferrugineux vers le haut. Sur le plat de certaines couches sont incrustées de grosses Huîtres indéterminables. Ces bancs, affectés par des mouvements tectoniques de détail et qui appartiennent au complexe *a*), sont la continuation de ceux qui affleurent à la sortie W. du tunnel. Ils sont surmontés de marno-calcaires grossiers, bariolés, un peu oolithiques, passant à des marnes sableuses, jaune-brun d'abord, puis bleu-noir, à taches rougeâtres, contenant *Alectryonia tuberculifera* Coq. et de rares Brachiopodes. Ces marnes et marno-calcaires sont visibles sur 1 m. à 1^m,50.

La pente herbeuse qui domine la route montre, 15 m. plus à l'W., des traces d'une marne résistante gris-bleu, ocreuse, rappelant certains aspects de l'Hauterivien inférieur, mais nettement valanginienne par sa faune, puis quelques têtes de couches faites de calcaires et de marno-calcaires suboolithiques mal stratifiés, gris clair, à reflets roses ou roussâtres, fossilifères. Nous y avons récolté *Terebratula valdensis* P. de Lor., *Alectryonia Minos* Coq., *Toxaster granosus* d'Orb., quelques *Natica*, de petites *Nerinea* et même des Spongiaires, en général mal conservés. A. Jaccard a relevé la présence d'un niveau à Spongiaires dans la marne valanginienne inférieure du Collas, près de Sainte-Croix (66, p. 65).

Les bancs supérieurs de cet ensemble, qui correspond au complexe *b*), sont plus calcaires et mieux lités que les autres ; ils se rapprochent et passent sous la masse du sommet du Valanginien inférieur exploitée dans la carrière située plus à l'W. Les bancs qui apparaissent dans cette carrière sont, de bas en haut et de l'E. à l'W. :

1) En bordure de la carrière, des marno-calcaires et des calcaires marneux irréguliers, grumeleux, gréseux, gris-brun, à oolithes brunes et traces de vermiculations.

2) Dans la carrière même, 8 à 9 m. d'un calcaire plus compact en bancs plus épais, pouvant atteindre 2 et même 2^m,50 d'épaisseur, irréguliers, fissurés, gris-brun, roussâtres à grandes taches bleues. Ces assises sont moins oolithiques et plus ferrugineuses que les calcaires de la base du Valanginien inférieur. D'autres bancs gris clair et plus résistants, à cassure d'aspect résineux, se rapprochent davantage du faciès « Marbre bâtard », dont il n'existe ici aucun représentant véritable. Quelques sections de *Nérinées* indéterminables sont visibles dans les bancs qui affleurent plus au N., de part et d'autre de la voie ferrée.

Le sous-sol de la combe du Bois-du-Ruthlin est formé de Valanginien inférieur en général gris clair ou jaune, parfois bariolé, en

dalles très oolithiques empâtant d'assez fréquentes *Terebratula valdensis* P. de Lor.

On peut observer quelques faciès de l'Infravalanginien gris-jaune ou rose suboolithique, ou gris plus clair tacheté, variété de « Marbre bâtard », en remontant la Vy-Perroud, sous les Côtes. Ce niveau forme plus à l'W., au S. de la maison du Bas-des-Côtes, une saillie large d'une trentaine de mètres.

Au-dessus du réservoir de Meudon, la série valanginienne est superficiellement entamée par le sentier ; on voit, à partir du faible replat purbeckien :

les premiers bancs du Valanginien, oolithiques ou suboolithiques, avec intercalations de marno-calcaires grumelleux, quelque peu fossilifères ;

des bancs plus épais à structure plus grossière, gréseux, bréchiformes ;

des calcaires compacts, jaunes, roses, finement oolithiques avec sections de Nérinées ;

le sommet du Valanginien inférieur comprend des calcaires plus foncés, gris-brun, marneux, moins saillants sur le sentier. Nous y avons récolté plusieurs *Pholadomya*.

Sur le versant S. du vallon des Verrières, les affleurements du même sous-étage sont encore plus limités et leurs rapports moins apparents, compliqués qu'ils sont par le renversement du pli anticlinal du Mont des Verrières.

La galerie de recherche d'eau de la commune des Bayards, aux Gars, au fond du vallon, a traversé la « Limonite » épaisse de 3 m., chevauchant la molasse et supportant les restes du Valanginien inférieur renversé, coupé sur une longueur de près de 50 m., ce qui représente une puissance approximative de 30 m. Nous avons vu dans ce Valanginien un banc gris clair d'un calcaire échinodermique compact à taches jaunes, finement spathique, ayant quelques analogies avec le « Marbre bâtard », ainsi que d'autres bancs en dalles jaunâtres, oolithiques.

Dans la vallée de la Chaux, on constate un peu partout le Valanginien, indiqué soit par de petits affleurements, soit par la couleur de la terre végétale. Mais il y a peu à glaner dans l'ensemble des observations que nous avons pu faire. Les calcaires oolithiques plaquetés du bas de l'étage sont fréquents. Dans une citerne en construction, près de la ferme 1052, au N.E. de Bémont, nous avons vu un calcaire marneux, un peu rosé, gréseux, à petites oolithes et nids d'oxyde de fer pulvérulent ; les bancs irréguliers étaient mal lités.

Fossiles du Valanginien inférieur.

Ils proviennent presque tous des intercalations marneuses ou grumelleuses.

Gisements : T = le Haut-de-la-Tour ; R = combe du Bois-du-Ruthlin ; M = au-dessus du réservoir de Meudon ; B = au-dessus de Buttes.

- Nerinea Blancheti* ? P. et C.; T.
Nerinea lobata d'Orb.; T.
Nerinea Etallonii P. et C.; T.
Aporrhais Sanctæ-Crucis P. et C.; M, les Verrières françaises.
Tylostoma naticoides P. et C.; T, R.
Natica valdensis P. et C.; T.
Tylostoma cf. *Laharpi* P. et C.; T.
Purpuroidea Sautieri Coq. (*Strombus*) (= *Natica Leviathan* P. et C.); repris dans le glaciaire des Verrières.
Encyclus Sanctæ-Crucis P. et C. (*Turbo*); T.
Pholadomya elongata Mü.; T, R, M, plusieurs formes et variétés.
Pholadomya scaphoides ? (Ag.) P. et C. (*Myopsis*); M.
Venilicardia Marcousana P. de Lor. (*Cyprina*); M.
Cardium (Integricardium) cf. *Gillieronii* P. et C.; T.
Lucina (Phacoides) Cornueliana ? d'Orb. (= *L. pisum* Fitton in d'Orb.); T.
Lucina sp.; T.
Arca Sanctæ-Crucis ? P. et C.; T.
Requienia Jaccardi P. et C.; M.
Exogyra tuberculifera K. et D. (*Ostrea*); T, les Verrières françaises.
Exogyra Minos Coq. (*Ostrea*); T.
Terebratula valdensis P. de Lor.; partout fréquente.
Terebratula Germani ? Pict.; M.
Waldheimia tamarindus Sow. (*Terebratula*); T, R.
Waldheimia Villersensis P. de Lor. (*Terebratula*); les Pérosettes.
Serpula heliciformis Roem.; T.
Toxaster retusus ? Lk. (*Spatangus*) (= *Tox. complanatus* Ag.); B.
Toxaster granosus d'Orb. (*Echinospatangus*); T, R, B, et autres Oursins écrasés.
Spongiaires ; E.

B. Le Valanginien supérieur.

Il comprend habituellement de bas en haut :

- a) les marnes d'Arzier ;
- b) le calcaire roux avec l'oolithe ferrugineuse ou Limonite ;
- c) les marnes sableuses à Bryozoaires et Spongiaires.

Les marnes d'Arzier n'affleurent nulle part dans notre territoire ; si elles existent, elles doivent présenter un bien faible développement.

Le Valanginien supérieur est surtout caractérisé par son *calcaire roux* très ocreux, parfois brun foncé, dense, spathique, échinodermique, par places lumachellique, assez souvent oolithique. Ses bancs, en général bien stratifiés mais irréguliers, fissiles et minces, sont rognonneux vers le haut. De minces dépôts de marnes friables, sableuses, ferrugineuses aussi, séparent les dalles. Nous avons relevé de rares taches de glauconie.

C'est surtout vers le haut de l'étage que le calcaire roux comprend quelques intercalations de limonite ; cette dernière peut envahir, à certains endroits, tout le sommet de l'étage. Ce calcaire limoniteux n'est en tout cas pas cantonné dans un niveau déterminé ; il ne forme pas un horizon continu dans les limites de notre territoire. On passe presque toujours insensiblement du faciès calcaire roux au faciès Limonite. Les concrétions ferrugineuses de la Limonite, brun foncé, à surface brillante, peuvent être petites, éparses ou en paquets disséminés ; souvent, elles sont plus grandes et irrégulières, granuleuses, noduleuses ou même rognonneuses, plus serrées et remplissent la roche alors plus marneuse.

Nous avons observé la Limonite en plusieurs points dans la vallée de la Chaux ; le meilleur gisement est situé au bord de la forêt au S.E. de la Sauge. Dans le vallon des Verrières, nous l'avons trouvée dans la galerie de recherche d'eau aux Gars, mais elle n'affleure pas en surface. Elle abonde, riche en granulations pisiformes, à l'état de cailloux repris, dans la mince couverture glaciaire de la Vy-Renaud. Elle colore d'une façon significative les environs des Champs-Berthoud. Dans le sol arable des Champs-rouges, plus au N., on récolte de nombreux grains de minerai de fer, produits de désagrégation de la roche sous-jacente.

Par contre, le calcaire limoniteux n'apparaît pas d'une façon aussi caractéristique au grand coude W. de la route du Mont des Verrières, au S. des cibles où affleure le Valanginien supérieur. Il est regrettable que ce gisement, en partie envahi par la végétation et altéré par les travaux d'entretien de la route, ne soit pas plus découvert ; ce serait l'un des plus intéressants de la région, puisqu'il laisse entrevoir le contact du Valanginien et de l'Hauterivien.

Près du chemin qui coupe la route au point 953, on peut voir le calcaire roux renversé sur lequel repose le Valanginien inférieur, visible par places en montant vers la forêt. Les bancs du sommet de l'étage qui soutiennent le talus dominant la route sont minces et se désagrègent en plaquettes brun foncé, couleur de rouille, à pâte cristalline contenant de petits nids d'oxyde de fer pulvérulent et des granules de limonite épars. Quelques intercalations marneuses fossilifères et surtout une masse terreuse, ocreuse, sableuse, provenant de la désagrégation de la roche, séparent les dalles par places brisées et irrégulières. Les Spongiaires, les Bryozoaires et les Brachiopodes sont fréquents dans ces marnes sableuses du sommet du Valanginien supérieur. Nous y avons même observé des traces de Serpules.

C'est à cet endroit que E. Baumberger (In E. Baumberger et H. Moulin, 81, p. 191-192) a constaté « au-dessus du calcaire limoniteux, un niveau dont la faune correspond exactement à celle de Valangin et de l'Auberson; les Eponges, les Bryozoaires et les Brachiopodes y sont particulièrement nombreux, et, chose digne de remarque, l'*Alectryonia rectangularis* s'y rencontre. Au-dessus, et bien visible, se trouve une couche de marne jaune plastique, de 0,20 m. de puissance, avec *Terebratula Sella* Sow. (Niveau de la marne à *Holcostephanus Astieri*.) »

Il ne nous a pas été possible de faire des observations aussi précises et de récolter *Terebratula sella* Sow.; mais en donnant quelques coups de pioche sur le bord S. de la route, vers le grand coude, où existe le sommet du Valanginien, nous avons retrouvé cette marne jaune d'ocre, plastique, contenant encore des grains d'oxyde de fer; quelques Spongiaires nous ont paru provenir aussi de ce niveau. C'est à sa limite supérieure, dans les premières marnes gris-bleu encore un peu ocracées de l'Hauterivien inférieur, que nous avons extrait :

Exogyra Couloni DeFr. (*Ostrea*).

Nautilus neocomiensis ? d'Orb.; plusieurs loges.

Dans le travail précité, E. Baumberger et H. Moulin (81, p. 195) tirent la conclusion suivante :

« La couche à Bryozoaires, Spongiaires et Brachiopodes de Villers, Auberson, Verrières, Douanne, est synchronique de la Marne à rognons limoniteux de Valangin. Elle représente un faciès particulier du développement limoniteux général du Valangien supérieur¹. »

En 1903, dans « Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura » (105, p. 47-48), E. Baumberger décrit le même gisement du sommet du Valanginien situé au S. des Verrières. Au-dessus du calcaire roux à *Pholadomya elongata* Mü. et à *Trichites Picteti* Camp., il indique (suite d'une coupe commencée à Couvet et Travers) :

« 14. Limonitische Mergel mit Limonitknollen (Couche de Villers). Ich sammelte :

Terebratula valdensis de Lor., *Terebr.* *Carteroni* d'Orb., *Terebr.* *Campichei* Pict., *Waldheimia Moreana* d'Orb., *Waldheimia Aubersonensis* Pict., *Terebratella neocomiensis* d'Orb., *Rhynchonella valangiensis* de Lor., *Terebrirostra neocomiensis* d'Orb.

Pterocera Desori P. et C., *Pecten Carteroni* d'Orb., *Alectryonia rectangularis* Rœm., *Rhabdocidaris tuberosa* Desor, *Cidaris pretiosa* Desor, *Pyrina incisa* Ag., *Strophodus* sp., *Galeolaria neocomiensis* de Lor., fadenförmige Serpuliden auf Knollen, *Cupulochonia cupuliformis* E. de From. und mehrere andere Arten, *Sparsispongia abnormis* de Lor., *Siphoneudea*, *Siphonocelia* cf. *elegans* und

¹ Souligné dans le texte original.

andere Formen, *Oculospongia*, *Actinofungia*, *Elasmostoma*, *Stellispongia*, *Monotheles*, versch. Arten *Discoelia*, Korallen.

Reptomulticava micropora d'Orb., *Heteropora Buskana* de Lor., *Ceriocava Lamourouxii* de Lor., eine Reihe unbestimmter Formen.

15. Gelbliche, plastische Mergel (*Astieriazone*) mit *Terebratula sella* Sow. »

Au-dessus de quoi apparaît, d'après le même auteur :

« Bläuliche Hauterivienmergel mit *Waldheimia cruciana* Pict. »

Un entonnoir situé au N. de la ferme des Liadets (vallée de la Chaux), au fond duquel nous avons relevé, dans un terrain quelque peu remanié, la présence des marnes et marno-calcaires bleuâtres et grisâtres de l'Hauterivien inférieur avec leur faune habituelle, ainsi que du Valanginien supérieur (calcaire roux), ne peut que coïncider avec la limite des deux étages et pourrait bien renfermer des traces de la *marne à Astieria*. L'absence de documents paléontologiques plus précis et d'une série atratigraphique nettement observable dans notre territoire ne nous permet pas d'aborder ici la question de l'attribution de ce niveau à l'un ou à l'autre étage. Par son faciès, il rappelle déjà l'Hauterivien inférieur.

Nous nous bornons à mentionner, parmi les fossiles récoltés dans cet entonnoir :

Saynella clypeiformis ? d'Orb.; un fragment.

Nautilus pseudo-elegans ? d'Orb.; plusieurs loges.

Alectryonia rectangularis Roem. (*Ostrea*).

Exogyra Couloni Defr. (*Ostrea*); abondante et de grande taille.

Exogyra Minos Coq. (*Ostrea*).

Exogyra tuberculifera K. et D. (*Ostrea*).

Waldheimia tamarindus d'Orb. (*Terebratula*).

Terebratula sella Sow.

Galeolaria neocomiensis P. de Lor.

Plegiocidaris pustulosa ? Ag. (*Cidaris*).

Pygorhynchus obovatus Ag. (*Catopygus*).

Toxaster granosus d'Orb. (*Echinospatagus*).

Holactypus macropygus Desor (*Discoidea*).

Par contre, il n'a pas été trouvé de restes de Spongiaires.

D'après A. Jaccard (64, p. 257), la marne jaune à *Ammonites Astieri*, qu'il place à la base des marnes d'Hauterive, se retrouve à la Brévine.

Fossiles du Valanginien supérieur.

Ils proviennent pour la plupart du vallon des Verrières; la meilleure récolte a été faite dans le niveau à Bryozoaires, au S. du village des Verrières, vers le grand coude de l'Envers, au voisinage du point 953 = Env. Quelques autres fossiles ont été

trouvés au N. de Buttes = B. Dans la galerie des Bayards = Bay.
A Meudon = M. A la Vy-Renaud = R.

- Harpagodes Jaccardi* P. et C. (*Pterocera*); Env.
Harpagodes Desori P. et C. (*Pterocera*); R.
Pholadomya elongata Mü.; R, B.
Trigonia Sanctæ-Crucis ? P. et C.; Env.
Cardium (Integricardium) Deshayesianum P. de Lor. (*Cyprina*); Env.
Astarte Germani ? P. et C.; Env.
Neithea valangiensis P. et C. (*Janira*); Env.
Neithea atava Roem. (*Janira*); Bay.
Alectryonia rectangularis Roem. (*Ostrea*); Env.
Exogyra tuberculifera K. et D. (*Ostrea*); Env.
Liostraea Germani ? Coq. (*Ostrea*); Env.
Terebratula valdensis P. de Lor.; Env, Bay.
Terebratula russillensis P. de Lor.; Env.
Terebratula Moutoniana d'Orb.; (les Verrières, collection Aug. Jaccard, Inst. de géol. Univ. Neuchâtel).
Terebratula Sueuri Pict.; M.
Waldheimia cf. *Moreana* d'Orb. (*Terebratula*); Env.
Waldheimia Villersensis P. de Lor. (*Terebratula*); Env.
Rhynchonella valangiensis P. de Lor.; Env, Bay.
Serpula antiquata Sow.; Env.
Galeolaria neocomiensis P. de Lor.; Env.
Toxaster retusus Lk. (*Spatangus*) (= *Toxaster complanatus* Ag.) ? ; Env.
Acrosalenia patella Ag. (*Hemicidaris*); les Verrières françaises.

A l'Envers, nous avons encore relevé des traces de tiges de Crinoïdes, de Bryozoaires et surtout des Spongiaires.

Dans la collection Aug. Jaccard, à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel, on peut voir, provenant des Verrières, de nombreux exemplaires de ces Spongiaires ainsi que des colonies de jeunes Térébratules dont les caractères spécifiques ne sont pas encore très nets ; le tout a été certainement extrait du même gisement de l'Envers, autrefois plus visible. Il en est de même de :

Apseudesia Campicheana d'Orb., déterminée par J.-H. Baschong. Du niveau à Bryozoaires des Verrières, ce dernier auteur mentionne :

Heteropora arborea K. et D. (146, p. 68).

E. Baumberger (167, 171) vient de déterminer et de décrire un Céphalopode nouveau récolté aux Verrières et caractéristique du calcaire roux, *Garnieria verrierensis* Bbg.

Dans la vallée de la Chaux, près des Liadets :

Natica valdensis P. et C.

Terebratula Moutoniana d'Orb.

3. L'Hauterivien.

Pas plus que pour le Valanginien, il n'est possible de donner une coupe complète des strates qui constituent cet étage dans notre territoire. Les affleurements sont trop superficiels et trop limités pour permettre une diagnose détaillée des divers niveaux et l'étude minutieuse de la répartition des fossiles. La faune, abondante, est en connexion avec les nouvelles conditions de la vie maritime. La base de l'étage a été déposée dans une mer plus profonde et plus tranquille que celle du Valanginien ; le sommet est le dépôt d'une mer plus littorale, aux eaux plus agitées. Aussi ces deux groupes répondent-ils à deux faciès fort différents, qui représentent respectivement les deux sous-étages habituels, bien connus dans le Jura :

A) *L'Hauterivien inférieur*, qui comprend une vingtaine de mètres de marnes et de marno-calcaires très fossilifères donnant lieu à la « combe hauterivienne ».

B) *L'Hauterivien supérieur*, fait de calcaires spathiques et oolithiques, moins riches en fossiles que le niveau précédent ; c'est la « pierre jaune de Neuchâtel » non homogène, moins franche, envahie par quelques bancs marneux : cet ensemble forme le « crêt hauterivien » dont l'épaisseur maximale est de 25 à 30 m.

A. L'Hauterivien inférieur.

Presque toujours caché par la végétation, ce sous-étage, de faciès marneux, est fréquemment souligné par une dépression orographique. La base de la série est faite d'une marne plus ou moins plastique, homogène, grise ou bleue, rarement coupée de bancs plus grenus ou même de marno-calcaires. Au-dessus paraissent des marnes et des marno-calcaires gris et gris verdâtre inhomogènes, résistants, noduleux, à concrétions calcaires plus ou moins spathiques et à fossiles moins bien conservés qu'à la base de l'Hauterivien inférieur.

Des chemins et des sentiers, un peu d'érosion et de récents captages de sources ont découpé ces marnes par places. Les affleurements sont reconnaissables d'emblée aux caractères pétrographiques nets du niveau et à l'abondance des fossiles : *Rhynchonella multiformis* Rœm. et *Terebratula acuta* Quenst. existent dans tous les gisements.

La pente marneuse, herbense et ravinée de rigoles, qui s'étend au N. de la voie ferrée entre la gare des Bayards et les Champs-rouges, est formée d'Hauterivien inférieur. Sur cette pente, à l'E. du point 946, E. Baumberger (112, p. 20) avait de même observé les marnes bleues à *Rhynchonella multiformis* Rœm., *Terebratula acuta* Quenst., *Terebratula pseudojurensis* Leym., *Zeilleria tamarindus* Sow., *Serpula heliciiformis* Rœm., *Toxuster complanatus* Ag., *Janira atava* Rœm. (grand exemplaire), *Janira neocomiensis*

d'Orb. Une fouille pratiquée au bord de la sapinière, plus au N. près d'une chambre d'eau, nous a montré des marnes gris-bleu un peu gréseuses où prédominait *Serpula heliciformis* Rœm., espèce très ubiquiste.

De l'autre côté de la voie ferrée, au S. de la route cantonale, au pied de la colline des Pérosettes, affleure le sommet de l'Hauterivien inférieur, visible sur 1^m,80 et supportant le crêt de la « pierre jaune ». A des marnes grises sableuses succèdent des marno-calcaires grumeleux, chailleux, bréchoïdes, diversement colorés. Vers le haut, la roche est mieux litée, devient plus résistante et passe graduellement à des bancs de calcaires gréseux épais de 2 à 10 cm., grisâtres, voire blanchâtres, grossièrement oolithiques. Nous y avons trouvé des traces fréquentes d'Echinides et récolté, en particulier, plusieurs exemplaires de *Clypeopygus subquadratus* Ag. (*Nucleolites*).

Le sentier de la Vy-Perroud, au N. des Verrières, au bord de la dépression hauterivienne, a découvert les marno-calcaires gris-bleu, tachés de roux et de brun, à structure grossière, spathiques, concrétionnés de la partie supérieure du sous-étage. L'ensemble, qui se désagrège facilement, contient une faune abondante. Le même niveau, sur lequel a été vraisemblablement construit la ferme Landry, à Meudon, affleure à peine sur le chemin du réservoir. C'est aussi à Meudon, près de la grande route, au N., que des fouilles récentes nous ont fait voir des marnes hauteriviennes grises. Une de ces fouilles a donné un grand nombre de *Waldheimia tamarindus* Sow. (*Terebratula*), espèce assez polymorphe.

Dans le même alignement, au-dessus des Verrières françaises et à 700 m. de la frontière, sur le chemin qui monte du village au Larmont, apparaît une succession d'assises qui embrasse une partie de la molasse et la série hauterivienne. Quoique cet ensemble soit en dehors des limites de notre carte, nous nous sommes permis de le schématiser. Par places, il est à peine observable ; cependant, c'est l'un des meilleurs affleurements de la région (fig. 3). Les assises 1 et 2 sont les deux horizons de l'Hauterivien inférieur. Le contact avec le Valanginien ferrugineux, dont la présence est indiquée par la couleur rougeâtre du terrain, passe près du coude du chemin, au pied de la pente herbeuse. Malgré les produits d'atterrissement, on observe une coloration jaune d'ocre de la terre arable, coloration qui pourrait bien être en rapport avec la zone à *Astieria*. Au voisinage immédiat de ce point, on relève la marne hauterivienne bleue, homogène, à fossiles bien conservés, dont *Exogyra Couloni* Defr. et un exemplaire excellent, quoique incomplet, d'*Acanthodiscus radiatus* Brug. Ces marnes inférieures, auxquelles répond la partie la plus basse de la dépression environnante, passent graduellement, pour autant qu'on peut voir, aux marnes grises, sableuses, plus hétérogènes et schisteuses par places, à concrétions de même couleur, à structure finement irrégulière, avec lesquelles elles constituent l'as-

sisse 1. Au-dessus, mieux visibles et plus saillants, apparaissent environ 4 m. de marno-calcaires gris analogues à ceux du gisement de la Vy-Perroud (assise 2).

La puissance de l'Hauterivien inférieur est ici de 22 à 23 m.

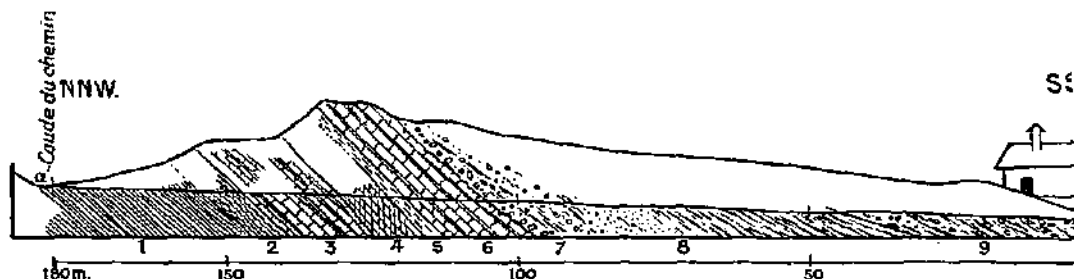


Fig. 3. Coupe géologique
du chemin du Larmont, au-dessus des Verrières de Joux (France).
9-7 = Molasse marine : Burdigalien supérieur. 6-3 = Hauterivien supérieur.
2-1 = Hauterivien inférieur. a-a' = Chemin.

De l'autre côté du synclinal, au Pâturage de l'Envers, sur les Verrières, l'Hauterivien inférieur, inégalement comprimé et plus réduit, est marqué par une rupture de pente et un étroit palier. Il est à peine découvert au S. des Sagnes : des marnes grises plastiques y contiennent *Terebratula acuta* Quenst. et *Serpula helici-formis* Roem. Cette bande hauterivienne aboutit au grand coude de la route du Mont des Verrières, non loin de la cote 953, où E. Baumberger (105, p. 48) mentionne des marnes gris-bleu à *Waldheimia cruciana* Pict. reposant sur la zone à *Astieria*. Elle passe ensuite au S. de la tourbière de la Sagnette où sa présence est moins discernable à la surface. Mais l'Hauterivien existe certainement en profondeur puisqu'il a été traversé par deux galeries de captage des eaux. Nous avons examiné brièvement la galerie dite de Müller, momentanément recouverte, au coin S.W. de la tourbière, et constaté l'Hauterivien inférieur encore plus réduit. Nous avons recueilli, de haut en bas, des échantillons :

3) d'une marne bleuâtre foncée, compacte, résistante, contenant des amas de calcite et des sections de radioles d'Oursins ;

2) d'une marne plus argileuse, noirâtre, tendre, schisteuse par écrasement ;

1) d'une marne jaune ocreuse, sableuse, feuilletée, laminée, également réduite, par compression et glissement des couches, en lentilles brillantes à la surface. Cette marne contient de nombreuses Rhynchonelles en partie écrasées et déformées, qui paraissent être *Rhynchonella multiformis* Roem.

H. Schardt (100, p. 404-408) donne une puissance de 3 m. à l'Hauterivien inférieur de cette galerie ; il y a récolté les fossiles suivants :

<i>Pleurotomaria neocomiensis.</i>	<i>Serpula heliciformis.</i>
<i>Panopaea neocomiensis.</i>	<i>Serpula antiquata.</i>
<i>Arca Gabrielis.</i>	<i>Holaster intermedius.</i>
<i>Exogyra Couloni.</i>	<i>Collyrites ovulum.</i>
<i>Rhynchonella multiformis.</i>	<i>Galeolaria neocomiensis.</i>
<i>Terebratula acuta.</i>	

Une cinquantaine de mètres plus à l'E. existent les vestiges de la galerie Pinta, au fond de laquelle, à quelques mètres de l'entrée, on peut encore voir la marne gris foncé du même sous-étage. On y accède par un couloir taillé dans l'Hauterivien supérieur.

Par contre, 1200 à 1300 m. plus au N.E., la galerie de recherche d'eau des Gars n'a pas traversé d'Hauterivien ; la limonite valanginienne renversée repose directement sur la molasse marine.

Dans la vallée de la Chaux, l'Hauterivien inférieur, qui forme le noyau, par places pincé, du synclinal, présente les mêmes caractères que celui du vallon des Verrières.

L'Hauterivien inférieur joue dans la morphologie de la région un rôle appréciable. Il favorise la sortie de plusieurs sources. Ses dernières traces dans le haut de la vallée, au S. de Chincul-dessous, sont bien marquées dans la topographie et coïncident avec l'une de ces émergences. A l'Envers, deux emposieux peu distants de l'oolithe ferrugineuse du Valanginien nous ont livré une série de fossiles hauteriviens. Au S. de la Sauge, l'Hauterivien inférieur, irrégulièrement travaillé par le ruissellement, prend un plus grand développement. Près des Liadets, son étude a été facilitée par les fouilles entreprises par le propriétaire de la ferme. C'est ainsi qu'au S. de la maison, près du chemin, on observe sur 3 m. des marnes et marno-calcaires spathiques, un peu oolithiques, gris-bleu, jaunâtres, à concrétions calcaires souvent tachées de brun ou de roux. Au N.E. de la même ferme, dans une tranchée collectrice d'eau, on pouvait voir de haut en bas :

3) une marne bleue, assez régulièrement stratifiée et désagrégée à l'air, rude au toucher, à texture grossière, contenant de petits cailloux bleus, roulés, riche en fossiles ;

2) des marno-calcaires irréguliers, feuilletés par places, gris-jaune, un peu glauconieux ;

1) des marnes d'un gris uniforme, plus homogènes et moins grossières.

Au N.W. des Liadets, enfin, s'est formé l'entonnoir déjà mentionné à propos de la limite du Valanginien et de l'Hauterivien (p. 200).

Le chemin qui monte vers la ferme 1060 du Brouillet a quelque peu entamé l'Hauterivien inférieur, voire même des lentilles d'Hauterivien supérieur calcaire — microbrèche très grossière et spathique, — trop petites et trop sporadiques pour être marquées sur la carte. Une lentille analogue apparaît un peu à l'W. sur la

route et une autre plus petite au bord de la forêt, au S. de la Sauge. Ces lentilles démontrent l'intensité des efforts tectoniques.

En parcourant plus au N., sur territoire français, le synclinal des Alliés, où coule le Bief-des-Lavaux qui collecte une partie des eaux du vallon des Rondes, nous avons observé, sur le cours inférieur de ce ruisseau, non loin de Pontarlier, les marnes bleues de l'Hauterivien inférieur dont les meilleurs fossiles figurent dans la liste qui suit.

Fossiles de l'Hauterivien inférieur.

Gisements : Pe = au-dessous des Pérosettes ; Be = au-dessus des Champs-Berthoud ; Vy = la Vy-Perroud ; M = Meudon ; Vf = au-dessus des Verrières françaises ; Env = Pâturage de l'Envers, au-dessus des Verrières ; Li = trois gisements près des Liadets ; S = au S. de la Sauge ; E = l'Envers, vallée de la Chaux ; Br = la ferme 1060 du Brouillet ; La = le Bief-des-Lavaux.

- Hoplites (Leopoldia) Buxtorfi* Bbg.; Li.
- Hoplites (Acanthodiscus) radiatus* Brug.; Vf.
- Nautilus neocomiensis* ? d'Orb.; E ; fragments.
- Nautilus pseudoelegans* ? d'Orb.; Li, plusieurs loges.
- Proscala neocomiensis* P. de Lor. (*Scalaria*); Li.
- Pleurotomaria neocomiensis* d'Orb.; La.
- Panopæa neocomiensis* d'Orb.; abondante, à peu près partout.
- Pholadomya cf. scaphoides* (Ag.) P. et C. (*Myopsis*); Vf.
- Cyprimeria Dupiniana* d'Orb. (*Venus*); fréquente, Vf, Li, S, Br, La (Gillet, 152, pl. XXXIV).
- Cyprimeria (Cyclorisma ?) Cornueliana* d'Orb. (*Venus*); Vf (152, p. 134).
- Cyprimeria (Cyclorisma ?) Vendoperata* d'Orb. (*Venus*); La (152, p. 134).
- Clementia (Flaventia) subbrongnartina* d'Orb. (*Venus*) (Leymerie 1842); La (152, p. 134).
- Cardium subhillanum* Leym.; M, Vf, Li, Br.
- Unicardium inornatum* d'Orb. (*Cardium*); La.
- Cardium (Integricardium) Deshayesianum* P. de Lor. (*Cyprina*); La.
- Astarte gigantea* Leym.; M ; un mauvais exemplaire.
- Astarte Beaumonti* Leym.; La.
- Trigonia caudata* Ag.; Vf.
- Arca (Idonearca) Moreana* d'Orb.; Vf.
- Arca (Idonearca) Robinaldina* ? d'Orb.; Vf.
- Arca (Idonearca) Gresslyi* P. de Lor.; Li.
- Arca* sp. indet.; Li.
- Neithea neocomiensis* d'Orb. (*Janira*); Vy, Vf.
- Neithea atava* Rœm. (*Janira*); Vf.
- Pecten (Chlamys) Cottaldinus* d'Orb.; Li.

- Lima (Limatula) Tombeckiana* d'Orb.; M.
Lima (Plagiostoma) Carteroniana ? d'Orb.; Vy, La ; fragments.
Lima Royeriana d'Orb.; Vf.
Exogyra Couloni Defr. (*Ostrea*); fréquente, un peu partout à la base de l'étage.
Exogyra tuberculifera K. et D. (*Ostrea*); abondante, Be, Vy, Vf, Li, S.
Alectryonia rectangularis Roem. (*Ostrea*); Li, Env, La.
Terebratula acuta Quenst.; partout.
Terebratula sella Sow.; Li, La.
Waldheimia tamarindus Sow. (*Terebratula*); Vy, M, Vf, Li, E.
Waldheimia faba Sow. (*Terebratula*); S.
Rhynchonella multiformis Roem.; partout très abondante.
Rhynchonella lata d'Orb.; M, Vf.
Serpula heliciformis Roem.; Be, Vy, Vf.
Serpula antiquata Sow.; Env, S.
Galeolaria neocomiensis P. de Lor.; Li.
Trochotiara rotularis (Ag.) Desor (*Diadema*); Vy, M, Li, E.
Trochotiara Bourgueti Ag. (*Diadema*); E.
Corthia ovulum Desor (*Collyrites*); La.
Pygopyrina incisa Ag. (*Pyrina*); E.
Trematopygus Olfersii Ag.; La, E.
Holctypus macropygus Desor (*Discoidea*); E.
Holaster intermedius Mü. (*Spatangus*); Vy, Li, La.
Toxaster retusus Lk. (*Spatangus*) (= *Toxaster complanatus* Ag.); fréquent, E, Vf, Li, S, Env, La.
Pygorhynchus obovatus Ag. (*Catopygus*); Li.
Phyllobrissus neocomiensis Ag. (*Catopygus*); Li.
Clitopygus Bourguignati d'Orb. (*Echinobrissus*); Li, Br.
Clypeopygus subquadratus Ag. (*Nucleolites*); fréquent, Pe, Vy, Vf, Li, Br.
 Spongiaires, traces ; M.

B. L'Hauterivien supérieur.

Ce sous-étage, où prédominent les calcaires, est loin d'avoir la même importance qu'aux environs de Neuchâtel. Il renferme un plus grand nombre d'intercalations marneuses ; les bancs calcaires sont en général moins compacts, moins résistants et plus irréguliers. Les phénomènes d'érosion et d'abrasion, dont une partie remonte au Mésocrétacé, ainsi que les actions tectoniques ont partout réduit son épaisseur qui tombe, par places, à quelques mètres. Dans les synclinaux du Val-de-Travers, de l'Auberson, de la Côte-aux-Fées et des Verrières, l'épaisseur des calcaires de l'Hauterivien supérieur est considérablement réduite, d'après A. Jaccard (20, p. 147 ; 64, p. 257). Il en est de même, dit-il, dans les vallées du Jura français, et on voit fréquemment apparaître,

au milieu de cette assise, une couche de marne où abonde *Terebratula Marcousana*. En effet, en comparant l'ensemble des observations faites dans la région, nous pouvons distinguer dans l'Hauterivien supérieur trois complexes principaux :

a) un complexe inférieur, ou calcaire jaune, spathique, glauconieux, sorte de microbrèche zoogène ;

b) le niveau marneux et marno-calcaire à *Eudesia Marcousana* d'Orb. et *Eudesia semistriata* Deffr.

c) un complexe supérieur de calcaires jaunes plus clairs ou bruns, voire gris, ferrugineux par places, plus nettement oolithiques ; quelques minces niveaux marneux s'y intercalent.

La morphologie des environs de la station du chemin de fer aux Bayards est liée à la présence de l'Hauterivien et au resserrement du synclinal.

L'Hauterivien supérieur y affleure en plusieurs endroits, mais assez fortement redressé et soumis à de nombreux plissements de détail, en sorte que les rapports stratigraphiques des bancs ne sont pas toujours nets.

Sur la pente boisée au N. apparaissent plusieurs types du complexe a). Près de la cote 1010, en particulier, on voit un calcaire jaune-brun, glauconieux, compact, en dalles irrégulières et fissurées ; le tout est assez disloqué. Les fossiles y sont rares et à l'état de débris triturés. Derrière la maison à l'W. de la cote 946, la roche, plus claire, échinodermique, en bancs plus compacts, constitue une excellente pierre de taille.

Non loin de là, à l'W., la route a coupé obliquement un certain nombre de bancs que nous attribuons au complexe b), au moins en partie. C'est une succession de bancs irréguliers presque verticaux, souvent mal stratifiés, de calcaire grossier plus ou moins glauconieux et de marno-calcaires gris-jaune, gris-bleu, bariolés, chailleux, voire sableux, très délitables. Cet ensemble fossilifère, riche surtout en *Rhynchonella multiformis* Roem. mais contenant aussi *Eudesia Marcousana* d'Orb. et *Eudesia semistriata* Deffr. disparaît peu à peu sous les produits de sa désagrégation, sous les dépôts morainiques et sous la végétation.

De l'autre côté de la même route, sur le talus N. de la voie ferrée, les bancs supérieurs de l'Hauterivien, très plissés dans le détail, présentent une grande variété de faciès ; les calcaires oolithiques, en dalles irrégulières de 12 à 17 cm. d'épaisseur, prédominent. Quelques bancs sont plus compacts et moins oolithiques, mais à texture grossière ; d'autres sont remplis de glauconie. Quelques lits marneux très minces, terreux, ferrugineux, à fossiles rares, séparent les dalles calcaires.

E. Baumberger (112, p. 20-21 et fig. p. 5) a publié, en 1905, une coupe simplifiée de l'Hauterivien des environs de la station des Bayards. Il écrit : « Der Weg (Vy-aux-Fées), der von Champ Berthoud östlich Verrières nach Les Grands Bayards emporsteigt,

schneidet längs der Bahnlinie die Mergelkalkzone und die Hauterivienkalke. Letztere sind Spat- und Lümachellenkalke, dünnbankig, glauconitisch mit *Eudesia semistriata* und *Alectryonia rectangularis*. Auf der Grenze gegen die brecciösen, wenig widerstandsfähigen zoogenen Gesteine der Mergelkalkzone (etwa 18 m. sind aufgeschlossen) erscheint ein Mergellager, 2 m. mächtig, mit Kieselkalkknollen. »

Les intercalations marneuses et marno-calcaires sont bien marquées à la Combe-à-Clerc grâce à leur faible résistance aux agents atmosphériques. Là est le passage graduel au Barrémien : aucune limite précise ne peut être tracée ; il y a trop de ressemblance entre les faciès des deux étages.

Au S. de la Citadelle, à l'E. des Verrières, l'Hauterivien supérieur affleure en plusieurs points et est représenté soit par un calcaire jaune clair, gréseux, peu consistant, soit par des dalles minces, grenues, finement oolithiques, blanchâtres, voire crayeuses, avec quelques nœuds de glauconie, soit encore par une microbrèche zoogène à fond brun de miel, glauconieuse, spathique et échinodermique.

Ce même Hauterivien supérieur se délite en petites dalles à la Vy-Perroud ; la zone moyenne des marno-calcaires, ici couverte et en bancs peu inclinés, se marque par une humidité plus durable du sol. Près de la maison cote 945, le complexe supérieur, rigide et plongeant plus fort, contient des concrétions siliceuses.

Dans notre coupe des Verrières françaises, fig. 3, l'Hauterivien supérieur est représenté par les assises 3 à 6 ayant une puissance totale d'environ 25 m. Nous avons observé de bas en haut :

3) Des marno-calcaires gris bleuâtre de l'Hauterivien inférieur 2, on passe à des calcaires marneux, irréguliers, rognonneux, à débris de fossiles (Brachiopodes et Huitres), puis à des calcaires mieux lités, jaune clair, à structure grossière, un peu oolithique.

4) Ce niveau, qui correspond à une dépression modérée du terrain, en partie caché par la végétation, montre des marno-calcaires et des marnes grises, grumeleuses, fossilifères ; à sa limite supérieure jaillit un filet d'eau.

5) 1^m.20 de marne grossière, un peu feuilletée, terreuse, gris-jaune, brunâtre, avec intercalations calcaires irrégulières tachées de brun : c'est la zone à *Eudesia Marcousana* d'Orb. et *Eudesia semistriata* Defr., comme à la gare des Bayards.

6) 7 m. environ d'un calcaire jaune clair ou jaune brun, spathique, un peu bréchoïde, oolithique et glauconieux par places ; des dalles épaisses de quelques centimètres à 1 ou 2 décimètres ont une stratification entrecroisée. L'ensemble fait saillie dans la topographie.

La face supérieure de cette masse, sur laquelle repose la molasse marine, est nettement corrodée ; des traces de ravinement, des perforations et des cupules d'animaux lithophages (Mol-

lusques), des amas de glauconie remaniée, de nombreux galets incrustés marquent distinctement le contact des deux formations.

A l'Envers, sur les Verrières, l'Hauterivien supérieur réduit, échinodermique et glauconieux, gris par places, forme une étroite bande qui disparaît vers le N.E. un peu au delà de la Sagnette.

Fossiles de l'Hauterivien supérieur.

Ils proviennent surtout du complexe b).

Gisements : Ba = talus N. de la route, à l'W. de la gare des Bayards ; F = talus N. de la voie ferrée, à l'W. de la même gare ; C = Combe-à-Clerc ; Vf = chemin des Verrières françaises au Larmont, couches 4 et 5.

Pycnodus Couloni Ag. ; F.

Panopæa neocomiensis d'Orb. ; Ba, la Citadelle des Verrières.

Cardium subhillanum ? Leym. ; Ba.

Venilicardia Marcousana ? P. de Lor. (*Cyprina*) ; F.

Astarte helvetica ? P. et C. ; Ba.

Alectryonia rectangularis Roem. (*Ostrea*) ; C.

Terebratula russillensis ? P. de Lor. ; Ba, Vf.

Terebratula acuta Quenst. ; Ba.

Terebratella cf. *neocomiensis* d'Orb. (*Terebratula*) ; Ba, Vf.

Terebratella oblonga (Sow.) d'Orb. (*Terebratula*) ; F.

Eudesia Marcousana d'Orb. (*Terebratula*) ; Ba, Vf, espèce assez locale.

Eudesia semistriata DeFr. (*Terebratula*) ; Ba, Vf.

Rhynchonella multiformis Roem. ; Ba, Vf.

Trochotiara Bourqueti Ag. (*Diadema*) ; Ba.

Hemicidaris acinum ? Desor ; Ba.

Pygorhynchus obovatus Ag. (*Catopygus*) ; C.

Clitopygus Bourquignati d'Orb. (*Echinobrissus*) ; Ba.

Spongiaires ; C, traces dans le haut de l'étage.

Hydrozoaires ? ; Ba.

4. Le Barrémien.

(« Urganien ».)

Il n'est pas question ici de donner un aperçu général de cet étage, dont les affleurements se réduisent à quelques témoins isolés et dont la délimitation du côté de l'Hauterivien est difficile, parfois même arbitraire.

Le Barrémien est loin d'avoir, dans le vallon des Verrières, le développement indiqué par A. Jaccard sur sa carte au 1 : 100 000^e (177, 184).

La construction de la voie ferrée a mis au jour, au N. des Gars, entre la station des Bayards et les Verrières, des deux côtés de la partie inférieure de la Combe-à-Clerc, quelques bancs irréguliers du Barrémien inférieur, autrefois cachés sous un mince placage

de glaciaire. Nous y avons relevé une étroite bande d'un calcaire assez compact, jaune clair ou d'un brun uniforme, un peu spathique et oolithique ; certains bancs prennent l'aspect de microbrèches zoogènes, ou peuvent être plus oolithiques. La glauconie est rare.

Ces bancs calcaires, en général minces et parfois plaquetés mais mal stratifiés, comprennent quelques intercalations marneuses ou marno-calcaires, souvent ocreuses, à nombreux débris fossilifères où dominant des traces d'Ostracés, de Crinoïdes et de vermiculations irrégulières, sinueuses, dont l'origine est énigmatique ; c'est peut-être un produit de remplissage d'anciennes perforations dues à des Mollusques ou à des Vers.

Les bancs qui affleurent au S. de la route, un peu plus à l'E. des Gars, pourraient appartenir aussi au Barrémien ; la présence de cet étage est plus problématique au S. de la colline des Pérosettes malgré une certaine ressemblance de faciès. Par contre, déjà à l'E. des Verrières, la molasse repose en transgression immédiate sur l'Hauterivien supérieur. Mais de l'autre côté du synclinal, sur le plateau de la Sagnette, il existe un lambeau très net de Barrémien mentionné par H. Schardt (100, p. 406). Dans l'ancienne galerie Müller de captage d'eau, forée à cet endroit, le Barrémien inférieur, renversé, présente les caractères précités, mais les bancs marneux, gris foncé ou jaunâtres, ont subi un effort de compression si intense que certains sont écrasés et partiellement réduits en lentilles brillantes à la surface et couvertes d'oxyde de fer. Ce Barrémien inférieur est séparé de la molasse par 2 à 3 m. d'un calcaire très compact, jaune clair ou un peu blanchâtre, saccharoïde, à cassure nette et cristalline. C'est le seul représentant, sur notre territoire, du faciès « urgonien » du Barrémien supérieur.

Le Barrémien manque dans la vallée de la Chaux, mais il réapparaît plus au N., dans le synclinal des Alliés, sur territoire français, et prend même, aux environs des Etraches, un grand développement.

Fossiles du Barrémien.

Gisement : bord de la voie ferrée, S.W. de la Combe-à-Clerc.

Panopaea neocomiensis d'Orb.

Pholadomya elongata Mü.

Lima (Plagiostoma) Carteroniana d'Orb.

Exogyra tuberculifera K. et D. (*Ostrea*).

Exogyra Minos Coq. (*Ostrea*).

Terebratula russillensis P. de Lor.

Waldheimia globus Pict. (*Terebratula*).

Waldheimia cf. globus Pict. (*Terebratula*).

Waldheimia tamarindus d'Orb. (*Terebratula*).

Rhynchonella lata d'Orb.

Rhynchonella irregularis Pict.

5. L'Albien.

Nous n'avons rencontré aucune trace de l'Aptien dans notre territoire. En ce qui concerne le Mésocrétacé, seul l'Albien inférieur a laissé quelques vestiges, d'ailleurs fortement remaniés par les érosions antérieures au dépôt de la molasse et par celles qui ont accompagné la transgression du Burdigalien supérieur. On trouve, en effet, dans les premiers bancs molassiques et notamment dans le Grès coquillier, outre des cailloux de Crétacé inférieur, des traces d'Albien sous forme de nids sableux et gréseux, blanc jaunâtre, verdâtres, voire brunâtres, des amas d'une glauconie abondante et des fossiles remaniés de cet étage. H. Schardt a relevé lors du creusement d'une tranchée sur le coteau de la Sagnette, dans des sables de la molasse (100, p. 407) :

« *Nucula pectinata*, *Venus gaultina*, *Exogyra arduennensis* et de grandes colonies de *Bryozoaires*. »

Dans le village des Verrières, à l'occasion d'une fouille, nous avons trouvé des cailloux roulés, altérés, de grès glauconieux à gros grains, et une loge bien conservée à l'état de moule interne, phosphaté, noir, de *Douvilleiceras mamillatum* Schloth. (*Ammonites*).

CHAPITRE V

Les terrains tertiaires.

1. Le Miocène.

Malgré les érosions pliocènes et quaternaires qui ont fait disparaître une bonne partie de la molasse du Jura, il subsiste aux environs des Verrières un important lambeau de terrains tertiaires qui remplit le fond de la vallée et passe au S. sous le flanc N., renversé, de l'anticlinal du Mont des Verrières. En partie cachés sous un revêtement d'alluvions glaciaires ou récentes, presque partout couverts de végétation, les affleurements de ces terrains sont rares et petits. Mais leur présence est soulignée par un certain modelé de détail : menues rigoles de ravinement, tassements de sol, petites conlées superficielles. Rendue assez imperméable par l'intercalation de quelques bancs marneux, la molasse détermine plusieurs points d'eau ainsi que le drainage naturel du fond du vallon, par les ruisseaux de Belle-Perche et de la Morte.

Les dépôts tertiaires du vallon des Verrières ont été mentionnés depuis longtemps comme molasse marine par B. Studer et A. Escher (176), C. Nicolet (15, p. 22), E. Benoît (33, p. 71), A. Jaccard (20, p. 108 ; 58, p. XVII ; 64, p. 251). Ils sont mentionnés comme telle par E. Renevier (80, Tab. II), par E. Renevier et H. Schardt (94, p. 361), H. Schardt (100, p. 404), L. Rollier

(129, tab. 2 et pl. I) et Albert Heim (147, Bd. I, p. 549), mais n'ont jamais fait l'objet d'une étude spéciale, du moins en ce qui concerne la partie suisse du synclinal. G. Dollfus (52) et Marcel Bertrand (182), puis L. Collot (119, 125) ont signalé en outre les marnes et calcaires d'eau douce dans la partie française du vallon, jusqu'au voisinage de la frontière.

L'examen de quelques gisements actuels et surtout les observations faites dans le fond du vallon, aux Gars, sur le territoire de la commune des Bayards, lors du forage d'une galerie de recherche d'eau qui a traversé la molasse sur plus de 300 mètres, nous ont permis de rattacher aux étages suivants les terrains qui constituent le noyau tertiaire du synclinal :

1) *Burdigalien supérieur* (partie inférieure de la molasse marine) représenté surtout par le Grès coquillier (Muscabelsandstein) à *Pecten præscabriusculus* Font. abondants et *Echinolampas scutiformis* Desm.

2) *Helvétique* (partie supérieure de la molasse marine) à *Ostrea crassissima* Lk., *Turritella (Haustator) Benoisti* Coss. et Peyr. et, semble-t-il, *Cardita Jouanneti* Bast.

3) *Tortonien* (faciès « œningien ») : marnes et calcaires d'eau douce à *Melania Escheri* Brgt.¹ et *Cepæa silvana* Klein.

Nous n'avons rencontré ni Sidérolithique, ni Aquitanien. Si ce dernier a existé, il devait être mince et aura été remanié par la mer burdigalienne en voie de transgression sur le Crétacé, mer dont l'arrivée s'est manifestée par une érosion énergique et par un premier dépôt de sédiments grossiers à éléments très divers.

Détail de quelques gisements.

Au N. de l'extrémité W. de l'étang de Belle-Perche, il existe un affleurement peu apparent d'un grès très dur, grossier et mal lité, qui doit former tout le talus qui borde à cet endroit le fond plat de la vallée. Des fouilles l'ont mis momentanément à jour, un peu plus au N., près de la route. On le retrouve plus à l'E. au bord de la même route, sous la Citadelle, au voisinage de l'Hauterivien supérieur.

Cette formation nettement littorale, hétérogène, est constituée par des débris triturés, roulés, parfois altérés, cariés, de calcaires crétacés, de nids abondants de glauconie, de nodules phosphatés noirs, et, semble-t-il, de quelques amas siliceux; le tout est empâté dans un ciment gréseux gris verdâtre, micacé, parfois blanchâtre et contenant de nombreux restes fossilifères : rares traces de Coraux, nombreux Bryozoaires plus ou moins usés et beaucoup de Lamellibranches, surtout des *Pecten* (dont *Pecten præscabriusculus* Font.), si fréquents par places, que la roche prend l'aspect

¹ Plus exactement *Melania Escheri turrita* Klein (suivant communication de M. le Dr Ernst Baumberger à l'auteur, 8 mai 1931). Voir en outre la note au bas de la page 220. (Note ajoutée pendant l'impression.)

d'une lumachelle. Plus poreuse ailleurs, cette lumachelle rappelle certains dépôts tufacés, ou prend l'aspect d'un agrégat de menues concrétions calcaires.

M. E. Baumberger, auquel nous avons communiqué quelques échantillons de ce gisement, nous écrit :

« Il est bien possible qu'il s'agisse du Muschelsandstein burdigalien. La roche ressemble au Muschelsandstein (Grès coquillier) et contient à Belle Perche des Bryozoaires roulés et *Pecten præscabriusculus*, ce qui milite en faveur du Burdigalien. L. Rollier, dans la coupe de la gare de la Chaux-de-Fonds (Revision de la stratigr. et tectonique 1911, p. 54) [129], décrit comme Burdigalien une roche très semblable à Bryozoaires et Pecten. »

Notons, d'autre part, que A. Jeannet décrit (169, p. 252-254) du Grand-Suvagnier (Val-de-Travers), au delà du Mont des Verrières, un dépôt molassique comprenant notamment des bancs d'un calcaire gréseux, lumachellique, à très beaux Bryozoaires et débris de *Pecten* et d'*Ostrea*, qu'il croit pouvoir attribuer au Burdigalien.

Le gisement de Belle-Perche se poursuit dans la direction des Verrières où il disparaît d'ailleurs bien vite¹. Le sous-sol du village ne peut être formé que de molasse supportant une importante couverture de glaciaire et de terrains remaniés, milieu aquifère qui alimentait les anciennes citernes de la localité.

A Mendon, L. Collot (125, p. 74-75) a vu « une vraie molasse, c'est-à-dire un grès fin, tendre, calcarifère, glauconieux », avec un débris de Polypier, molasse qui repose sur le calcaire marneux coquillier à *Pecten præscabriusculus* et dont la partie supérieure est « un lit gréseux plus dur, avec cailloux roulés et coquilles triturées, supportant un peu de marne rouge. Celle-ci est probablement l'amorce de la formation d'eau douce qui existe dans ces parages. Elle consiste généralement en marnes grasses, panachées de gris et de rouge, avec lentilles de poulingue. »

Nous n'avons pas trouvé le site précis de cette succession ; la marne rouge, niveau d'eau douce supérieur, n'affleure plus à Meudon. Par contre, on y peut observer encore :

1) Vers la sortie S. du passage sous-voie, au pied du talus, un dépôt sableux bigarré de jaune et de vert.

2) Dans la cave de la maison près du point 926, une molasse grise, glauconieuse, finement gréseuse et micacée, délitable et sans fossiles. Tout près se trouvent quelques dalles d'Hauterivien supérieur qui ne nous ont pas paru être en place.

3) 50 m. plus au S. font saillie quelques bancs d'un grès dur, bréchoïde par places, rempli d'Ostracés indéterminables. Ces trois

¹ Dans la propriété de M. M. Jacot-Guillarmod aux Verrières, un grès coquillier analogue à celui de Belle-Perche et caché sous 1^m.80 de terrains quaternaires, parmi lesquels on rencontre de la moraine jurassienne altérée, a été entamé, lors d'une fouille récente. Cette propriété est située au S. du point 945 de la Vy-Perroud, et se trouve sur le même alignement que les gisements molassiques de Belle-Perche et de la Citadelle des Verrières plus à l'E.

gisements rappellent certains faciès de l'Helvétien, mais aucun fossile ne permet de les dater avec certitude.

Lors de la construction d'un bâtiment de la douane suisse, actuellement désaffecté, les travaux ont entamé, d'après Aug. Jaccard (20, p. 109), des couches de marne grossière qui ont fourni bon nombre de fossiles, tels que Huitres, Peignes, Bryozoaires, etc. Il s'agit là certainement, selon nous, du Burdigalien (peut-être même du Grès coquillier), dont on trouve encore quelques traces derrière le bâtiment actuel des douanes françaises, à quelque 150 m. plus à l'W. On en trouve des traces mieux conservées, quoique limitées, au N. des Verrières françaises. Ces trois gisements se trouvent sur le même alignement.

Dans une note sur les « Echinides de la molasse du Jura neuchâtelois », J. Lambert (159, p. 250-254), après avoir examiné un certain nombre d'Echinides recueillis au Crêt-du-Loche et à la gare de la Chaux-de-Fonds (collection Gressly et collection du D^r Bourquin, à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel), dresse la liste des onze espèces actuellement connues dans le Jura neuchâtelois. De ces onze espèces, cinq sont mentionnées comme provenant des Verrières. Ce sont :

- Psammechinus dubius* Ag. (*Echinus*).
- Echinolampas scutiformis* Desm. (d'après de Loriol).
- Hemipatagus ocellatus* Defr.
- Prospatagus delphinus* Defr.
- Brissopsis Nicoleti* Desor.

En tenant compte de la similitude des faunes échinidiennes du Jura neuchâtelois et du Jura français, de la Savoie et du bassin du Rhône en général, J. Lambert croit pouvoir attribuer la plupart de ces espèces, parmi lesquelles les cinq des Verrières, au « Langhien-Burdigalien », non à l'« Helvétien-Vindobonien » (127, p. 5-6).

Derrière le bâtiment des douanes françaises, on peut observer quelques lits de marno-calcaires gréseux gris verdâtre où abondent des Bivalves et où se trouvent un certain nombre d'Oursins à l'état de moules mal conservés. Nous y avons cependant reconnu *Echinolampas* (*Psammolampas*) *scutiformis* Desm.

Le gisement au N. du village des Verrières françaises, au bord du chemin du Larmont, est célèbre. Il a été souvent visité et même décrit, en particulier par G. Dollfus (52, p. 180-181), Marcel Bertrand (182), H. Douxami (76) et L. Collot (125, p. 74-75). Il montre nettement la transgression des premiers sédiments du Burdigalien marin sur les calcaires entamés, perforés et ravinés du Crétacé. On y observe encore la série de strates dessinée dans la fig. 3 et dont voici la description :

7) Sur la saillie des calcaires jaunes du Crétacé (Hauterivien supérieur avec passage possible au Barrémien inférieur dans les derniers décimètres de la coupe), repose avec une légère discor-

dance la molasse marine à faciès littoral, comprenant d'abord un niveau de poudingue grossier dont les galets sont fréquemment d'un calcaire urgonien d'origine jurassienne et quelquefois de quartzite. A ces galets parfois cariés adhèrent de nombreuses *Ostrea* et des *Pecten* souvent triturés. La pâte, tantôt marneuse et tantôt principalement gréseuse, gris-bleu, verdâtre ou brunâtre, parfois tachée de rouille, à grain serré et fin ou à texture plus lâche et irrégulière, peut aussi limiter des amas phosphatés du Gault, des concrétions calcaires, des paquets de glauconie et des rameaux de Bryozoaires roulés.

Vers le haut, les *Pecten* de ce grès coquillier sont mieux conservés ; *Pecten præscabriusculus* Font. abonde.

8) Traces sporadiques (à peine visibles dans le canal d'écoulement des eaux) de marnes sableuses, bleuâtres, verdâtres, bigarrées, un peu schistenses, plaquetées, entrecoupées de quelques bancs plus durs ; le tout paraît stérile.

9) Molasse grossière, gris verdâtre, rognonneuse, grumeleuse, par places conglomératique, riche en glauconie, à nodules d'un blanc crayeux et Bryozoaires, Oursins, Lamellibranches.

G. Dollfus a déterminé la faunule suivante dans cette molasse des Verrières :

Pecten scabrellus Lk.
Ostrea edulis L., var.
Ostrea Boblayi Desh.
Ostrea crassissima Lk.
Echinolampas scutiformis L. sp. [Desm.].
Brissopsis Nicoleti Desor.
Tethya lynceurium Lk.
Fasciculipora, *Membranipora*, etc.

L. Collot mentionne :

Ostrea digitalina Dub., forme large.
Pecten præscabriusculus Font.

Nous y avons nous-même récolté :

Ostrea lamellosa Brocc., très abondante ; mentionnée dans le Burdigalien d'Eggenburg.
Ostrea digitalina Dub.
Ostrea sp. indet.
Pecten (*Aequipecten seniensis* Lk. (= *Pecten præscabriusculus* Font.) et plusieurs autres Pectinidés à l'état de fragments.
Echinolampas (*Psammolampas*) *scutiformis* Desm.

G. Dollfus a signalé (52, p. 183) des argiles rouges d'eau douce à *Helix Lartetii* qu'il a découvertes plus en aval et qui sont largement représentées dans les déblais voisins des Verrières fran-

çaises. Il admet que ce niveau se prolonge en Suisse. Cette hypothèse a été vérifiée par la découverte des mêmes argiles rouges dans la galerie des Gars. Nous estimons que ces argiles rouges appartiennent, dans les deux localités, au cœur tortonien du synclinal des Verrières. Il ne s'agit d'ailleurs que de la partie la plus basse du Tortonien ; nous n'avons rencontré, dans notre région, aucune trace des marnes blanches qui constituent, à un niveau un peu plus élevé, dans le synclinal du Locle et de la Chaux-de-Fonds, le gros du Tortonien.

Helix Larteti Boissy est mentionné par E. Baumberger dans « Die Fauna der Silvanaschichten im Tafeljura der Kantone Basel-land und Solothurn » (168, p. 154).

De l'autre côté du synclinal des Verrières, une molasse marneuse, grise, pulvérulente, micacée, affleure çà et là le long du pâturage de l'Envers. Elle a été exploitée autrefois pour la fabrication des briques et des tuiles comme en font foi des restes de cette industrie.

Une étroite bande de Grès coquillier à Bryozoaires et à *Pecten*, analogue à celui de Belle-Perche, fait saillie sur la même pente, au S. du Grand-Bourgeau, au voisinage de l'Hauterivien supérieur.

Dans les déblais de construction du réservoir de la Fie, en bordure du fond de la vallée, nous avons trouvé une molasse gréseuse, grossière, glauconieuse, très délitable.

La galerie Müller de recherche d'eau, au pied de la Vy-du-Mont (Malacombe), a traversé plus de 20 m. de molasse marine presque certainement helvétique ; cette molasse est sableuse et marneuse, gris-noir ou verdâtre, micacée ; elle porte des surfaces de friction et s'écrase par places en lentilles de froissement ; elle est en contact, ici, avec le Barrémien supérieur.

Des tranchées de drainage recouvertes aux Augets, au bord de la forêt, nous ont permis de voir la molasse grise, marneuse. Elle affleure naturellement plus à l'E., dans la forêt, où elle supporte le Valanginien renversé. Une source jalonne le contact.

Le maximum de la transgression miocène, puis la régression de la mer et son remplacement par un régime lacustre, ont donné lieu à des dépôts encore importants dans le haut du vallon des Verrières. Ainsi la galerie de recherche d'eau, creusée aux Gars à 940 m. d'altitude, a traversé une bonne partie du synclinal de molasse marine que chevauche le Valanginien renversé et qui emprisonne un lambeau notable de molasse d'eau douce supérieure. Le tout est caché sous des éboulis et des atterrissements.

La molasse marine est représentée en ce point par une importante série de grès plus ou moins homogènes, de sables et de marnes sableuses, grises, gris bleuâtre, glauconieuses, micacées, avec intercalations de lits conglomératiques ; par des poudingues à nids de fossiles triturés, nodules gréseux, galets jurassiques, néocomiens et souvent albiens, voire même galets de quartzite ; par des couches à grosses *Ostrea* que cimente une marne sableuse,

grossière, verte, ou par des marnes argileuses, noires, rubannées, souvent froissées. Certains bancs particulièrement riches ont fourni une faune typique de l'Helvétien.

Nous n'avons constaté à cet endroit aucune trace du Burdigalien.

On passe assez brusquement de la molasse marine grise, homogène, du N. de la galerie, à la masse principale du synclinal de Tortonien, fluviolacustre à *Melania Escheri* Brgt. et *Cepæa silvana* Kl. Ces dépôts sont formés de calcaire marneux assez compact, gris rongéâtre et de marnes brunâtres panachées de rouge ou gris verdâtre, feuilletées et comprenant de minces couches noirâtres bitumeuses, schisteuses : 9 à 10 m. d'épaisseur.

Par contre, le passage de ce Tortonien à la molasse marine du S. de la galerie se fait par une zone de transition graduelle, qui comprend des nodules lenticulaires et quelques minces bancs de calcaire d'eau douce intercalés dans les dernières marnes helvétiques.

Nous devons à l'obligeance de M. A. Jeannet de pouvoir reproduire ici (pl. II), d'après la coupe originale qu'il a établie lors de la percée de la galerie, la succession presque complète de ces assises avec leur tectonique.

Après examen du matériel récolté par M. A. Jeannet, M. E. Baumberger lui écrivait en 1923 :

« *Überblick über die Fauna der Molasse von Les Bayards.* »

« Die Fossilien von Les Bayards stammen aus einem glaukonitischen Sandstein, aus weicher blaugrauer Mergelmolasse und aus bituminösen Mergeln. Aus dem Sandstein konnten bestimmt werden :

Odontaspis acutissima, Ag. Vindobon., 1 Expl.

Sparoides cfr *molassicus*, Quenst., 1 Expl.

Chrysophrys spec. [Zahn] 1 Expl.

Ostrea (Exogyra) miotaurinensis, Sacco. 1 Expl.

Ostrea crassissima, Lam., Schlosspartie von 3 Exemplaren.

Vertikale Verbreitung : Burdigalien und Helvetien.

Aequiptecten præscabriusculus, Font. = *Pecten scabrellus*, Mayer. 1 Expl. nicht vollständig erhalten. Vertikale Verbreitung : Burdigalien u. Helvetien. Stimmt überein mit Exempl. aus dem Helvetien der Tennikerfluh, vom Belpberg, von Zimmerholz bei Engen (Baden) = *Pecten seniensis* Lamark.

» Mehrere schlecht erhaltene Steinkerne, im Gestein steckend, aus der weichen Mergelmolasse ; ich glaube zu erkennen :

Mactra oblonga, Miller. Helvetien

Mactra subtruncata, Da Costa, var. *triangula*, Reinier

Mactra cfr *turonicensis* Mayer

> Aus den bituminösen Mergeln :

Melania (Tinnyea) Escheri Brgt, var. *turrita*, Klein. Obervindobon (mittlere Silvanaschichten Schwabens). Das Museum Basel besitzt sie von Vermes (Bernjerjura)

Cepæa silvana, Klein. Kleine Form. Obervindobon (Silvanaschichten Schwabens, Tropicidomphalusschichten der Nordschweiz)

Cepæa Renevieri, Maillard, grosse Exemplare, verbreitet in den Helicidenmergeln im Basler- und Aargauer-Jura.

» Nach den verliegenden Fossilien handelt es sich um eine Schichtfolge, in welcher das untere Vindobon in mariner Ausbildung (Helvetien), und oberes Vindobon (Silvana-Tropicidomphalusschichten) in limnischer Fazies vertreten sind. Museum Basel, den 15 März 1923. »

Nous avons trouvé dans les déblais de cette même galerie :

De l'Helvétien :

Odontaspis acutissima Ag.

Turritella (Haustator) Benoisti Coss. et Peyr., bien connue dans l'Helvétien de la Suisse, mais faussement identifiée avec *Turritella triplicata* Brocch. d'après E. Baumberger.

Ostrea crassissima Lk., fragments.

Pecten (Aequipecten) cf. scabrellus Lk.

Capsa lacunosa Chem.

Thracia (Cyathodonta) pubescens Pult.

Meretrix (Pitaria) Duvergieri Coss. et Peyr.

Sphenia anatina Bast.

et plusieurs Bivalves, dont des *Maetra* indéterminables.

Du Tortonien :

Melania Escheri Brgt. var. *turrita* Klein.

Cepæa silvana Kl., dont un certain nombre de jeunes exemplaires.

Cepæa cf. silvana Kl.

Enfin, M. E. Baumberger a bien voulu étudier quelques-uns des fossiles déposés à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel et provenant de la molasse marine des Verrières. Il y a reconnu :

Balanus tintinnabulum Lk.

Balanus undulatus Fischer-Ooster.

Turritella terebralis Lk.

Cypræa cf. fabagina Lk.

Cardita cf. Jouanneti Bast. (moule interne).

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris Coss. et Peyr. (= *Venus islandicoides* Ag.).

Dans la *vallée de la Chaux* : il n'existe aucun affleurement de molasse dans la haute vallée de la Brévine, pour autant qu'elle est comprise dans les limites de notre carte. A. Jeannel (163, p. 23) mentionne au lac des Taillères un niveau saumâtre de la molasse attribuable à l'Aquitainien, avec possibilité de la présence de la molasse marine plus jeune dans le cœur du pli. Cette molasse n'a d'ailleurs été trouvée là qu'en débris. Ce témoin tertiaire s'étend-il jusqu'au S. de Bémont, sous la tourbière, où il serait caché par le glaciaire jurassien ? Dans l'état actuel du terrain, aucune observation directe ne permet de l'affirmer.

Résumé et conclusions.

Il résulte des observations et des études précédentes :

1) Que la transgression miocène dans le vallon des Verrières est nettement burdigalienne.

2) Que les faciès et surtout les faunes sont suffisamment représentatifs pour qu'on puisse distinguer le Burdigalien et l'Helvétien. Il y a lieu cependant de faire remarquer qu'il ne nous a pas été possible d'étudier le passage d'un étage à l'autre.

3) Que les calcaires marneux et les marnes brun-rouge de la partie amont du haut vallon des Verrières, à *Melania Escheri*, var. *turrita* Kl. et à *Cepæa silvanæ* Kl. sont la continuation des marnes rouges à *Helix Larteti* Boiss., mentionnées par L. Collot à Meudon et par G. Dollfus aux Verrières françaises ainsi qu'au Moulin des Boîtes, plus en aval. Ce groupe est en étroite relation d'âge avec la marne rouge vindobonienne du Locle et de la Chaux-de-Fonds (J. Favre, 130, p. 403). G. Dollfus a déjà identifié la marne à *Helix* de Pontarlier et des Verrières à la dite marne rouge (52, p. 183)¹.

2. De la gompholite.

Cette curieuse formation joue dans notre territoire un rôle très limité. Elle est loin de couvrir la même superficie que dans le synclinal du Locle-la Chaux-de-Fonds. Notre gompholite affleure au S. de la colline des Pérosettes, près de la gare des Bayards, au

¹ M. le Dr Ernst Baumberger, à qui j'ai envoyé en manuscrit le présent paragraphe sur le Miocène, a bien voulu, par lettre du 3 mai 1931, me communiquer le texte suivant, en me proposant de l'insérer ici :

« Nach der Auffassung von E. Baumberger entsprechen die Marnes rouges von Verrières und Locle jener fluvial-lacustren Fazies des obersten Helvétien, die im Aargauerjura, in Baden und Württemberg, hier in engster Beziehung mit der sog. Juranaageifuh, schon lange unter der Bezeichnung « Helicitenmergel » bekannt ist. Die von Dollfus erwähnte Landschnecke ist nicht mit *Helix Larteti* Boissy aus den Silvanaschichten zu identifizieren, sondern mit *Cepæa eversa Baumbergeri* Jooss (C. H. Jooss, Die Schneckenfauna der süddeutsch-schweizerischen Helicidenmergel und ihre Bedeutung für die Altersbestimmung der letzteren. Neues Jahrbuch für Min. etc., Beilagebd. 49, 1922), die im Aargau und in Süddeutschland zu den häufigsten und bezeichnenden Fossilien der Helicidenmergel gehört. Die Helicidenmergel im Tafel- und Kettenjura schliessen das Helvétien nach oben ab und bilden das unmittelbar Liegende des Tortonien in der Fazies der Silvanaschichten. »

(Note ajoutée pendant l'impression.)

fond du vallon, à l'endroit où le synclinal des Verrières s'étrangle et où s'accomplit la disparition du noyau molassique. Ce dépôt, en partie caché par le pâturage, n'est visible que sur quelques mètres carrés ; il détermine un replat distinct dans la topographie.

La gompholite des Bayards paraît être stratifiée ; sur une épaisseur visible de 1 m., nous avons mesuré un banc de 0^m,70 plongeant de quelques degrés au S.E. Nous n'y avons observé aucune trace de fossile.

Cette brèche, dont les éléments sont de provenance diverse, est constituée par des fragments anguleux, à angles souvent émoussés. Ces éléments sont soudés par un ciment calcaire dans lequel on distingue fréquemment à l'œil nu des cristaux de calcite, ou sont réunis par un dépôt sableux, plus rarement argileux. Les vides qui subsistent sont tapissés de petits cristaux de calcite. La roche est très résistante ; seules les parties exposées depuis longtemps aux eaux pluviales se désagrègent plus facilement sous le marteau. Les fragments appartiennent à des terrains qui affleurent dans les environs, Kiméridgien et surtout Portlandien ; nous avons observé de rares cailloux de Valanginien. Les éléments sont en général de petite taille ; les plus volumineux ont la grosseur du poing. Quand ils sont petits, la roche passe à un grés grossier.

Cette gompholite, aujourd'hui si localisée, a dû se déposer dans une nappe d'eau tranquille et saturée de carbonate de chaux, dans laquelle des cours d'eau ont transporté les débris des terrains voisins. Une fois arrivés dans la nappe aqueuse, les cailloux ont été recouverts d'un précipité de carbonate de chaux (J. Favre, 130, p. 414-415). Entre certains fragments, nous avons mesuré 2 à 4 mm. de calcite.

Quant aux rapports de cette gompholite avec les terrains environnants, il est impossible de les établir avec précision. Ces terrains sont le Valanginien inférieur et l'Hauterivien supérieur. Le premier appartient au flanc renversé de l'anticlinal du Mont des Verrières et plonge d'une trentaine de degrés au S.S.E. ; le second fait partie du flanc normal de l'anticlinal de la Forêt des Cornées et plonge d'une quarantaine de degrés dans le même sens. Entre l'affleurement du Valanginien et celui de la gompholite, la distance est de quelques mètres et le terrain couvert d'herbe ; il en est de même entre l'affleurement de la gompholite et celui de l'Hauterivien. Entre ce Valanginien et cet Hauterivien passe, au moins théoriquement, le prolongement du synclinal molassique des Verrières ; nous inclinons cependant à croire qu'en ce point le remplissage molassique lui-même a disparu.

Dans la vallée du Locle et de la Chaux-de-Fonds, la gompholite, suivant J. Favre, est contemporaine de la marne rouge vindobonienne (130). Dans la même vallée, L. Rollier croit pouvoir distinguer, des gompholites prises dans le synclinal miocène, une autre gompholite qui serait d'âge postmiocène et postérieure au plissement (132).

On doit naturellement se demander si et dans quelle mesure un problème analogue se pose dans le vallon des Verrières. L'étendue si restreinte de notre unique gisement exclut, pour le moment, l'idée qu'il y ait en ce point précis deux groupes de gompholites. La question se pose donc de l'âge miocène ou de l'âge postmiocène de notre gisement.

Remarquons d'abord que ce dernier se trouve exactement sur le tracé, au moins théorique, du synclinal molassique, ce qui ne peut manquer de suggérer l'hypothèse que le gisement serait pris dans le synclinal et serait donc d'âge tortonien.

Mais on peut aussi penser qu'il est étranger au synclinal et que son âge est postmiocène.

L'impossibilité d'observer en surface les rapports précis de notre gompholite avec les terrains environnants et spécialement avec la molasse ne permet pas de résoudre strictement la question.

Mais, en raison de la quasi-horizontalité de ce lambeau, nous sommes porté à croire qu'il n'a pas été affecté par le plissement principal du Jura, qu'il repose en discordance sur les formations voisines et qu'il est, en conséquence, d'âge postmiocène.

Une autre question se pose : c'est celle des dimensions et de la distribution de la nappe d'eau dans laquelle s'est déposée notre gompholite. S'est-il agi d'un lac d'une certaine étendue, comme dans le cas de la vallée du Locle et de la Chaux-de-Fonds, ou d'une nappe plus restreinte ? La petitesse de notre lambeau n'exclut pas qu'il puisse avoir appartenu à une formation lacustre de grande étendue dont il serait un reste épargné par l'érosion. Il n'est cependant pas impossible qu'un ancien emposieu, situé dans la partie la plus étroite du vallon, ait réalisé les conditions favorables à la formation de cette gompholite, qui représenterait ainsi les restes du bouchon par lequel l'emposieu aurait été obstrué peu à peu.

CHAPITRE VI

Les dépôts glaciaires.

1. Le terrain glaciaire en général.

Les formations glaciaires jouent un rôle notable dans la région des Verrières. Les dépôts, sans être très considérables, n'en ont pas moins déterminé des formes qui sont une des caractéristiques du vallon. Des éléments erratiques d'origine alpine s'avoisinent à ceux dont l'origine est locale. Nous avons, en effet, à considérer les dépôts du glacier du Rhône et ceux des glaciers jurassiens, dits glaciers locaux.

2. Du glaciaire alpin.

A. La glaciation de Riss.

Lors de l'avant-dernière glaciation (Riss), l'énorme masse de glace venue de la vallée du Rhône envahit le Jura. Après avoir traversé les cols des premières chaînes internes, elle déborda sur le versant français et vint s'étaler en un certain nombre de lobes terminaux vers Maîche, Morteau, le Mont-Chaumont, Ornans, Salins, etc. La plus grande partie de notre territoire, sinon le tout, fut recouverte de glaces. Les vestiges de cette extension maximale sont nombreux, mais en général petits ; leur existence n'est pas révélée par des formes topographiques. Ils comprennent des galets alpins et des blocs erratiques irrégulièrement disséminés, très souvent remaniés et en majorité d'origine pennique ; mais la provenance de plusieurs des roches de ce glaciaire sporadique est difficile à fixer avec certitude en raison de leur état d'altération.

Nous n'avons trouvé nulle part des moraines de fond rissiennes, non plus que des limons à galets alpins. Ces dépôts existent certainement, mais très amoindris. C'est ainsi que nous avons observé dans la vallée de la Chaux, dans plusieurs entonnoirs purbeckiens, des petits galets de quartzite. Le nombre des témoins de la moraine rissienne pourrait être augmenté par des recherches dirigées dans ce sens ; la végétation forestière en cache certainement un bon nombre.

Nous avons observé divers blocs, tous petits, dont plusieurs dans les murs du voisinage, près de Chez-le-Brandt, à 1225 m. d'altitude. Ce sont des gneiss aplitiques et des orthogneiss.

Th. Rittener mentionne des galets de quartzite à 1220 m. sur le Crêt-Theinet (Mont des Verrières), un peu en dehors des limites S. de notre carte (101, p. 64). Nous en avons vu d'autres, non loin de ce point, au N. près de Chez-David-Gras, au Mont-Châtain. Il y a aussi un bloc de prasinite. Ce sont les quartzites qu'on rencontre le plus souvent ; il y en a un peu partout. Presque toujours roulés et très résistants, ils sont facilement reconnaissables à leur patine rousse ou surface de rubéfaction. On vient d'en faire disparaître un bloc de un à deux mètres cubes en grande partie enfoncé dans le sol au S. des Michels (vallée de la Chaux). Il gênait le labour. Nous l'avons marqué sur la carte, bien que ses débris soient actuellement cachés par la terre végétale.

Mentionnons encore, parmi les nombreux témoins très sporadiques¹ :

Près de Chez-le-Gros (Mont des Verrières) à 1125 m., un gneiss d'imbibition à biotite et un échantillon d'aplite.

Vis-à-vis de l'étang de Belle-Perche, près de la route canto-

¹ Nous devons à M. Argand les diagnoses et les indications de provenance concernant nos roches erratiques cristallines.

nale, à 938 m. d'altitude, dans la propriété A. Michet, un bloc de près d'un mètre cube, roulé, et fait d'un grès quartzeux fortement recristallisé, provenant de l'une des deux grandes zones du Carbonifère valaisan (A. Dubois, 145, p. 13 ; A. Jeannet, 160, p. 32).

Près du réservoir des Verrières françaises, au S. du village, un calcaire siliceux du Trias alpin, type de Saint-Triphon.

Aux Champs-Berthoud, un gneiss à albite, chlorite et séricite de la nappe du Grand-Saint-Bernard et un autre gneiss très altéré. Sous les Petits-Bayards, un gneiss d'imbibition.

Au bas de la Combe-German, un gneiss d'imbibition, un galet d'aplite et un autre de quartzite.

Au S. du Petit-Cernet, deux fragments d'orthogneiss.

Près des Liadets (vallée de la Chaux), un micaschiste à chloritoïde de la nappe du Grand-Saint-Bernard, provenant probablement de la vallée de Bagnes.

Au S. des Michels, une amphibolite feldspathique à épidote.

Au S. des Placettes (E. de la carte, vallée de la Chaux), de la prasinite amphibolique à épidote.

A la Planée-de-Bise et à la Petite-Prise (1193 m.), un gneiss d'imbibition.

Dans la forêt au S. de la grotte de Chez-le-Brandt, vers 1180 m., un gneiss chlorito-séricitique, presque certainement de la nappe du Grand-Saint-Bernard.

Vers Chez-Blaiset (N.E. de la vallée anticlinale des Rondes-la-Cornée, à 1150 m.), un gneiss à albite, chlorite et séricite de la nappe du Grand-Saint-Bernard ; un micaschiste à glaucophane, chloritoïde, épidote et albite de la même nappe, provenant probablement de la vallée de Bagnes, et un fragment d'amphibolite à épidote et albite.

Aux Prés-Rolliers (1180 m.), un gneiss lité à mica vert.

C'est non loin de là, aux environs du chalet du Pâquier, que nous avons noté le plus grand nombre de blocs erratiques : quartzites ; gneiss divers dont un d'imbibition ; un gneiss chlorito-séricitique.

Près de la fin de l'anticlinal bathonien, au S. de la Grande-Ronde (1100 m.), un grès quartzeux du Flysch.

Sous le Buclet, plus au N.W., un orthogneiss. Nous avons observé plusieurs orthogneiss aux environs de la Grande-Ronde et de Chez-Lambelet. Ils proviennent presque certainement d'un seul bloc assez volumineux récemment exploité. Ce pourrait être le bloc signalé par Aug. Dubois (145, p. 14).

Des blocs rissiens sont fréquents dans le vallon des Alliés, aux environs des Etraches.

Aug. Jaccard mentionne dans les environs immédiats de notre territoire (59, p. 138) :

Aux Entreportes, un bloc anguleux de gneiss amphibolique, avec d'autres roches alpines.

Au voisinage de la Ferme du Larmont, un quartzite.

Près des Miroirs, non loin du Gros Taureau, à 1240 m., un gneiss du massif de la Dent-Blanche, déterminé, dit A. Jaccard, par Alphonse Favre. Ce dernier auteur consigne le bloc en question sur sa carte (180). Le bloc a été également noté par L. DuPasquier (67, p. 20).

B. La glaciation de Würm.

A. Jaccard (59, p. 138-140) et surtout L. DuPasquier (67, p. 9), puis H. Schardt et Aug. Dubois (99, p. 298 ; 126, p. 14), enfin E. Rickenbach (161, p. 45) ont contribué à l'étude du glaciaire du Val-de-Travers. Lors de sa dernière extension, le glacier du Rhône ne put franchir le Jura, mais il réussit à pénétrer dans quelques vallées bien ouvertes sur le Plateau et à former des digitations plus ou moins bien accentuées. C'est ainsi qu'une langue de glace pénétra par la Trouée de Bourgogne, envahit le Val-de-Travers, marquant son passage par le dépôt de deux traînées de blocs erratiques, une sur chaque versant de la vallée. La glace remplit le fond du cirque de Saint-Sulpice et y déposa un abondant matériel morainique, constitué par des débris alpins et des éléments jurassiens, ces derniers provenant de la partie aval du Val-de-Travers. La partie supérieure de ces dépôts est cachée par des moraines de glaciers propres au Jura ou par des éboulis récents ; pourtant on rencontre des traces du glacier alpin jusque vers 930 m. d'altitude. Malheureusement, de nombreux blocs ont été exploités. La moraine qui couvre le fond du cirque a été entaillée par la Reuse.

La langue du glacier, chargée de matériaux, put encore s'insinuer par l'étroit couloir de la Chaîne-Bois de la Porte-dessous et venir enfin mourir au point où elle atteignait le haut vallon des Verrières. On voit des restes de la moraine alpine, encaissée au fond du ravin et altérée, en suivant le sentier qui conduit de la Doux vers le Haut-de-la-Tour.

L'extrême limite du glacier du Val-de-Travers n'est pas indiquée dans la topographie actuelle par des formes bien caractéristiques ; il n'y a plus de moraine frontale nette (A. Dubois, 126, p. 20). Les eaux, antrefois superficielles, qui suivaient le défilé de la Chaîne, ont remanié ou emporté une partie des dépôts qui remplissaient l'étroit vallon. Les glaciers jurassiens du voisinage ont refoulé, dispersé et caché une autre partie des débris alpins. Enfin l'homme, par la construction du chemin, puis de la route, a apporté des changements dans cette morphologie glaciaire alpine.

Pourtant on trouve encore des traces de cette plus grande extension du glacier du Val-de-Travers. Entre 920 et 930 m. d'altitude, près du Haut-de-la-Tour, à l'endroit où le chemin de Saint-Sulpice aboutit à la nouvelle route, on relève une série de blocs alpins de dimensions notables. Nous avons observé, entre le chemin et la route, un bloc dont la plus grande dimension visible est de 1^m,50, et six autres blocs, dont le « gros gris » mentionné par L. DuPasquier (67, p. 20), au S. du même chemin. Ces blocs

forment, avec quelques blocs jurassiens, un alignement — en partie artificiel, pensons-nous — qui se poursuit parallèlement à la route dans la direction de la ferme. Plusieurs de ces blocs sont cachés par la végétation. Nous avons observé dans ces parages :

Un calcaire échinodermique (calcaire à entroques), probablement du Lias alpin.

Un calcaire siliceux noir dont l'âge et l'origine sont impossibles à fixer.

Du granit écrasé (« protogine »), des gneiss divers, des quartzites.

Aug. Jaccard (59, p. 139) mentionne de gros blocs de « protogine » et un « gneiss chlorité » de la vallée de Bagnes.

A part ces blocs, le glacier du Val-de-Travers a déposé, dans la région du Haut-de-la-Tour, de nombreux galets, du gravier et des sables auxquels se sont ajoutés des produits glaciaires jurassiens; il est d'ailleurs difficile de distinguer les produits apportés par le glacier alpin de ceux qui ont été déposés par les glaciers du Jura. Tout ce matériel a été remanié postérieurement par les eaux de fonte du glacier et par le ruissellement dont les apports ont rendu encore plus complexe le dépôt qui s'étend de la route au bord de la forêt, plus au S., et jusqu'au chemin transversal près des Champs-Berthoud. Nous ne pouvons en aucun cas rattacher cette accumulation au glaciaire jurassien comme le fait E. Rickenbach (195). Ni par sa disposition, ni par sa forme, ni par la nature de ses produits, elle ne suggère une telle origine. Elle fait plutôt songer à certains gisements du fluvio-glaciaire alpin.

Une petite gravière ouverte au S. du Haut-de-la-Tour, non loin du chemin de Sur la Corbière, permet de se rendre compte de la constitution de ce complexe. C'est un mélange de matériaux meubles, sables et graviers assez bien stratifiés comprenant quelques intercalations plus marneuses et de nombreux galets, le tout plongeant faiblement vers le fond de la vallée. La proportion est d'environ vingt galets jurassiens pour un galet alpin. La plupart sont très roulés et altérés ; les plus gros présentent encore des traces d'arêtes. La majorité des éléments jurassiens a été empruntée par le glacier aux terrains qui affleurent dans le Val-de-Travers ou dans le cirque de Saint-Sulpice. On y reconnaît facilement les divers représentants du Jurassique supérieur, Argovien compris. Il y a des éléments provenant du Crétacé et même de la molasse désagrégée. Des cailloux séquanien moins altérés et moins roulés nous paraissent provenir de Sur la Corbière, localité voisine.

Il y a quelques années, un crâne de marmotte a été découvert dans cette gravière. Alors que ce Mammifère se rencontre assez souvent dans le glaciaire du Plateau suisse, il est extrêmement rare dans le Jura.

Un deuxième lobe du glacier du Val-de-Travers a pénétré de l'autre côté de l'anticlinal du Mont des Verrières-Cirque de Saint-

Sulpice, par le vallon de Buttes, et a déposé ses derniers débris morainiques au delà de ce village. Les cailloux et les blocs alpins sont nombreux, quoique dispersés, sur la pente boisée à l'angle S.E. de notre carte (altitude maximale 950 m.).

3. Du glaciaire jurassien ou glaciaire local.

(Würmien et Néowürmien.)

Il résulte de l'exposé précédent que notre territoire ne fut presque pas atteint lors de l'avancée würmienne du glacier du Rhône. Pourtant il présente en maints endroits de fortes accumulations qui ont attiré de bonne heure l'attention et dont les formes, souvent bien conservées, ainsi que le matériel, n'ont pu manquer de faire penser à des dépôts glaciaires.

L'idée de glaciaire jurassien a été émise il y a longtemps et les observations se sont multipliées depuis. A. Guyot (7, p. 145), Venetz (8, p. 78), L. Agassiz (10, p. 172), Pidancet et Ch. Lory, A. Favre (12, p. 63), E. Benoît (14; 33, p. 71), Ch. Contejean, A. Falsan (57, p. 308), A. Jaccard, L. DuPasquier (67, p. 20 et 31), H. Buhler (138) et d'autres ont affirmé l'existence de glaciers propres au Jura.

En regard de cette conception, il convient de remarquer qu'Ed. Brückner (123, Bd. II, p. 551-552, 586) s'est exprimé, à ce sujet, avec quelques réserves.

Nous avons donc la tâche de scruter attentivement les faits de cet ordre que nous avons observés.

L'altitude de la ligne climatique des neiges a été diversement estimée par nos prédécesseurs. En mentionnant la présence d'un glacier local aux Verrières, L. DuPasquier (67, p. 31) admet pour l'époque correspondante une ligne des neiges à environ 1100 m. Suivant Ed. Brückner (123, Bd. II, p. 585-586), la ligne des neiges se trouvait à 1210 m. dans les régions du Mont-Tendre et du Chasseron, qui appartiennent, comme on sait, à la région bordière du Jura, et à 1125 m. au petit glacier des Champs-Meusel près Saint-lmier, antérieurement découvert par L. Rollier. D'après Machaček (111, p. 77), cette ligne ne devait s'élever nulle part au-dessus de 1200 m., ni s'abaisser considérablement au-dessous de 1000 m. A. Dubois encadre la ligne des neiges dans le Jura entre les extrêmes de 1200 et 950 m. (126, p. 18). J. Favre (154, p. 15) préfère 1000 m. à tout autre chiffre.

On sait que la chaîne jurassienne est relativement froide et riche en précipitations. Ch. Guyon (118) situe actuellement les Verrières dans la zone du climat « alpestre ». H. Spinner, dans son étude du climat de la vallée de la Brévine et du vallon des Verrières (165), attribue à cette région un climat pluvial accentué ; pendant six mois, la neige domine dans ce pays.

Nous arrivons maintenant au détail de nos observations tou-

chant les formations que nous croyons pouvoir attribuer à des glaciers proprement jurassiens.

Remarquons d'emblée que, sauf une exception¹, nous n'avons pas observé de cailloux polis ou striés dans les formations en question². Cette circonstance est de nature à inspirer quelque prudence. Cependant, elle ne nous paraît pas suffire à infirmer l'origine glaciaire que nous attribuons à ces dépôts, et cela pour les raisons suivantes :

a) La plus grande partie des dépôts dont il s'agit consiste en moraines de surface, comme l'atteste le grand nombre de crêtes ; il n'y a évidemment pas lieu, dans de telles conditions, de s'attendre à rencontrer beaucoup de blocs polis et striés.

b) Pour autant qu'il peut s'agir de moraine de fond, il convient de remarquer que les glaciers émissaires par lesquels s'écoulait le névé ont été petits et qu'il en a été de même du cheminement des cailloux pris entre la glace et le lit rocheux, circonstance peu favorable à la production de polis et de striations parfaits. On doit, en outre, noter que la grande majorité des éléments de ces dépôts provient de calcaires plus ou moins dolomitiques du Jurassique supérieur, dont la teneur en magnésie est défavorable à la conservation prolongée des polis.

Nous avons rencontré un tapis mince et discontinu de cet erratique en montant le sentier de la Grande-Ronde vers le sommet de l'anticlinal bathonien. Quelques monticules ou cordons morainiques à débris jurassiens subsistent dans les environs du Pavillon. Entre la Maison-Blanche et la citerne des Michels, en pleine forêt, on aperçoit quelques crêtes morainiques dont la régularité et la direction attestent l'origine ; un sondage effectué dans ces parages nous a montré une couverture de glaciaire local épaisse de plus de 1 m. alors qu'aucune forme du terrain n'indiquait la présence de dépôts de ce genre. Aux environs du Cernil, il y a des cailloux roulés, disséminés. Aux environs de Chez-le-Gros et sur le petit plateau de Sur la Corbière, la présence du glaciaire est marquée par des galets épars et surtout par des dépôts marno-argileux. Aux Augets, sous l'éboulis récent, nous avons noté des traces de moraines altérées. Il est fort probable que des glaciers ont recouvert ici le versant N. de la chaîne.

Le glaciaire jurassien de notre territoire est caractérisé par la nature des matériaux. Ce sont des blocs et des cailloux, en général de petite dimension : les plus grands dépassent rarement le mètre cube. Ces éléments sont emballés sans ordre dans une boue glaciaire ou disséminés dans une masse de gravier et de sable non stratifiée. Tout le matériel précité est jurassien et provient des

¹ Cette exception est constituée par un beau bloc poli de Kiméridgien supérieur à Nérinées, mesurant environ $\frac{1}{2}$ de mètre cube, situé devant la maison Leuba, contiguë à la propriété A. Michet, aux Verrières.

² M. A. Jeannot en a cependant observé à proximité immédiate de notre territoire voir plus bas, p. 235).

régions immédiatement voisines. Nous n'avons trouvé, en fait d'exceptions, que des éléments alpins extrêmement rares : deux cailloux de quartzite et quelques fragments d'un gneiss d'imbibition. Ces éléments alpins paraissent avoir été repris des moraines risiennes dans la glaciation postérieure que nous considérons ici.

La plupart des glaciers jurassiens appartiennent au type des *glaciers de pente* ; ils sont situés sur le versant des montagnes et s'étalent sur des paliers inférieurs ou sur le fond même des vallées qu'ils peuvent parfois traverser normalement à leur direction principale.

Il est difficile de distinguer l'erratique jurassien des blocs qui ont pu s'ébouler ultérieurement. A. Jaccard (64, p. 246) regarde avec raison comme de vrais blocs erratiques les blocs calcaires qui apparaissent à la limite N. du glaciaire des Bayards et reposent tantôt sur la moraine, tantôt sur le calcaire jurassique.

Nous arrivons maintenant à la description et à l'interprétation des appareils nettement individualisés, à formes bien marquées.

L'appareil de la Sagnette, au pied de la Malacombe, au S. des Verrières, a été mentionné par A. Jaccard (59, p. 138 ; 177 ; 184) et décrit par H. Schardt (100, p. 404 ; 124, t. VI, p. 316) qui l'ont attribué au glaciaire jurassien. Nos études confirment cette interprétation. Il n'est pas dû à un éboulement comme nous le supposions au début de nos recherches. La dépression de la Sagnette est bordée d'un amas arqué de débris, véritable moraine frontale nettement convexe disposée en amphithéâtre : c'est une « dépression centrale » à fond argileux (moraine de fond), actuellement occupée par une tourbière (voir p. 238). Un petit glacier alimenté par les névés du Mont des Verrières a cheminé dans un ravin fluvial préwurmien qu'il a tendu à remodeler en cirque glaciaire, puis s'est étalé sur le replat molassique de la Sagnette que ses moraines ont ensuite protégé contre l'érosion. L'éboulis cache actuellement la structure du fond de ce ravin ainsi que le bas des parois rocheuses.

Les oscillations éprouvées par le front de ce petit glacier se traduisent par le fait que ce n'est pas un arc morainique simple, mais un complexe d'arcs morainiques frontaux qui s'est déposé sur le fond de la vallée. Ces arcs morainiques se relaient : ils sont un peu décalés les uns par rapport aux autres. Ils sont mieux conservés à l'E. et plus usés à l'W.

Le ravin de la Malacombe a dû s'ouvrir autrefois plus largement sur la vallée ; il a été rétréci par le dépôt de la belle moraine 1046.

Deux gravières ouvertes à flanc de coteau, une tranchée creusée du réservoir de Bonneville (la Sagnette) à l'étang de Belle-Perche, nous ont permis d'observer la nature du matériel transporté par le glacier. Il s'y trouve d'abondants échantillons de Portlandien et de Kiméridgien, terrains dans lesquels est creusée la niche glaciaire, mais aussi du Séquanien qui affleure sur le

Mont des Verrières, vers l'amorce de la Malacombe. Les moraines les plus externes contiennent en outre du Crétacé et de nombreux débris de molasse, du Grès coquillier notamment.

Nous estimons que l'altitude de la ligne des neiges afférente à cet appareil glaciaire de la Sagnette différerait peu de 1050 m. Nous nous fondons pour cela sur le fait que le profil en long de la Malacombe présente un replat qui se termine à l'amont vers 1010 m., replat que l'on peut assimiler au fond d'un cirque glaciaire comme nous l'avons suggéré plus haut.

Il se pourrait que la faible saillie sur laquelle est placé le cimetière des Verrières, à Meudon, soit le reste d'un cordon morainique. Nous y avons mesuré une épaisseur de 1^m,50 d'un matériel détritique renfermant des cailloux roulés de la région. A. Delebecque (117, p. 61) mentionne dans la partie aval, française, du vallon, des dépôts glaciaires à matériaux purement jurassiens.

Appareil glaciaire des Bayards. — Au N. et au N.E. de la Sagnette, de l'autre côté du vallon, autour des Bayards, sur un versant peu incliné, s'étale une couverture que nous regardons comme morainique et qui est considérable, puisqu'elle mesure plus de 4 km. de long sur près de 1 km. de large. A. Jaccard (20, p. 89 ; 59, p. 139 ; 64, p. 246 et 284), L. DuPasquier (67, p. 20), L. Rollier (124, t. II, p. 648) et H. Schardt (100, p. 407) ont signalé cette importante formation sans en faire l'étude spéciale. Ce champ glaciaire jurassien présente une surface irrégulière, onduleuse ; il est constitué par une succession de collines ou cordons parfois vaguement concentriques, dépassant rarement de plus de 30 m. les terrains en place et limitant des dépressions assez souvent humides. L'étude en est compliquée par la multitude des détails. Vues à distance, des formes importantes s'effacent, des crêtes morainiques semblent se relayer alors qu'elles n'ont aucun rapport entre elles. La topographie est trop effacée pour qu'on puisse en coordonner les formes de façon certaine. Placé au milieu de ces dépôts, on est submergé par les détails. La carte topographique ne facilite pas toujours cette étude. Nous avons pourtant essayé de tracer les crêtes morainiques principales tout en négligeant ce qui nous paraissait accessoire. Les formes du terrain sont soulignées à certains endroits par les « perrières » ou « murgiers ¹ », ces longues accumulations artificielles de pierres, érigées au long des siècles par les paysans qui nettoient leurs champs de tous les fragments rocheux inutiles. La caractéristique de ce territoire si curieusement pittoresque est bien celle d'un pays tacheté. Le mot « Bayards » dériverait du bas-latin *baius*, *baiardus*, tacheté ².

¹ Sur « murgier », voir Ch. BEAUQUIER, Vocabulaire étymologique des provincialismes usités dans le département du Doubs. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, 5^{me} série, 4^{me} vol., 1879. Besançon 1880, p. 428.

² Voir Ed. QUARTIER-LA-TENTE, Le canton de Neuchâtel. Revue historique et monographique des communes du canton de l'origine à nos jours. III^{me} série : Le Val-de-Travers. (Avec 358 gravures dans le texte, 14 planches et cartes hors texte.) Neuchâtel 1895. Attinger frères, éditeurs, p. 190.

Ch. BEAUQUIER, *op. cit.*, p. 254.

De l'ensemble des observations que nous avons faites, nous pouvons conclure que :

1) Les abondants dépôts morainiques des Bayards n'ont aucun rapport avec les restes glaciaires du glacier du Rhône qui se terminent au Haut-de-la-Tour.

2) Le matériel glaciaire des Bayards est uniquement jurassien et purement local. Sa composition et sa répartition sont conditionnées par le substratum et par les affleurements des roches situés plus au N. Ainsi, on observe une forte proportion de cailloux crétacés à l'W. et au S.; ceux du Séquanien deviennent abondants à mesure qu'on se dirige vers l'E. et vers le N.E. où ils finissent par prédominer : l'anticlinal, en effet, est largement ouvert jusqu'au Séquanien, au N. de cette région.

3) Ce Quaternaire est beaucoup moins altéré et roulé que celui qu'ont laissé les glaciers alpins. Nombreux sont les blocs et cailloux à peine émoussés; quelques-uns ont conservé des arêtes vives.

4) Sous la moraine doit exister un mince dépôt marno-argileux, qui a déterminé la formation d'une nappe aquifère, le jaillissement de quelques sources et l'alimentation d'un grand nombre de puits.

Le matériel détritique des Bayards doit sa conservation à sa situation sur un palier peu incliné. Les crêtes morainiques extérieures dominant d'assez haut le fond du vallon : on doit conclure à une poussée limitée du glacier.



Phot. C. Muhlethaler.

Fig. 4. Affleurement de glaciaire jurassien.

Gravière ouverte (40 m. de longueur et 5 m. de hauteur) dans une crête morainique à l'E. de Sur le Crêt des Verrières, au bord de la route. Dépôt de graviers et de sables non stratifiés. Les galets et les blocs, tous jurassiens, sont irrégulièrement répartis.

5) Les nombreuses crêtes morainiques ne sont pas distribuées au hasard. Les plus anciennes, au S., plus usées et irrégulières, pourraient avoir été remaniées par plusieurs poussées du glacier.

Il n'en est pas de même pour celles situées plus au N.; leur état de fraîcheur et leur orientation ne laissent aucun doute sur leur origine. Ces remparts morainiques, disposés en amphithéâtre, circonscrivent assez nettement des dépressions en cuvette à fond argileux, occupées par le glacier pendant sa dernière avancée.

6) L'anticlinal de la Forêt des Cornées a dû être recouvert d'une carapace de névés ou de glace, réservoir d'où s'échappaient de petits glaciers qui s'avançaient vers la vallée. L'une de ces langues de glace, qui dévalait la pente dominant la Vy-Jeannet, a poussé, puis abandonné toutes les moraines situées à l'W. de la nappe glaciaire des Bayards. Les eaux de fusion de ce glacier ont coupé le rempart morainique et déterminé la dépression, actuellement à sec, que suit en partie le chemin de la Vy-Jeannet.

En observant cet ensemble d'en face, du Crêt de la Joux, à l'E. du Mont des Verrières, on se rend mieux compte de la place occupée par l'ancien glacier; il y a là une espèce de niche dans le flanc de la montagne; la carte topographique l'indique également.

Une autre langue, très largement étalée vers les Grands-Bayards, a accumulé un important matériel qui a déterminé, en particulier, la forte saillie du Crêt Péréal. La moraine 1015 donne son relief au paysage. Les eaux de fusion ont dû être évacuées par la combe du Stand, puis indirectement par la Combe-à-Clerc.

Il ne nous a malheureusement pas été possible de reconnaître des arcs de rebroussement typiques, montrant le contact de deux systèmes de moraines. On passe insensiblement d'un système à l'autre.

Un troisième glacier d'écoulement, plus ramassé, a passé par les Jorats et s'est épanoui vers le Quartier des Vuillèmes. La dépression centrale, au fond légèrement argileux et mamelonné dans le détail, est marquée par le petit plateau 1058. Les eaux de fonte du glacier ont réussi à couper la circonvallation morainique près de la Montagne-Giroud et à creuser la Combe-German qu'elles ont déblayée de ses débris morainiques; elles ont rejoint plus bas le synclinal du Bois-du-Ruthlin encore envahi en partie, à l'E. de l'Endroit, par des dépôts glaciaires dans lesquels le torrent a continué le creusement de son lit. L'exutoire des eaux du glacier se voit nettement au N.W. de la ferme de la Combe-German.

Le ravin qui aboutit au N. des Champs-rouges nous paraît aussi être d'origine glaciaire; la langue du glacier, pendant l'une de ses extensions, a dû stationner entre la colline 1050 et les Petits-Bayards.

Enfin, une dernière langue de glace est descendue du Bois-de-la-Baume et de la Prise et a déposé une belle moraine frontale, riche en cailloux séquaniens, appuyée d'une part à la pente au N. des Econduits et de l'autre au bord W. du Crêt des Allemands.

Nous estimons que la ligne des neiges afférente à l'appareil glaciaire des Bayards différait peu de 1150 m. Nous nous appuyons

pour cela sur le fait que le vallon le mieux marqué de la région glacée présente dans son profil en long un palier considérable, long de près de 1 km. entre les Econduits et la Prise (feuille de Fleurier), palier dont l'altitude se tient entre 1100 et 1120 m. et qui peut être assimilé au fond d'un cirque glaciaire.

On trouve encore quelques dépôts glaciaires jurassiens à l'E., en dehors des limites de notre carte, au delà du Parc, en particulier au bord du chemin.

H. Schardt (100, p. 408) suppose que l'amoncellement des Bayards est dû à l'activité d'un glacier venu de la vallée de la Brévine par la dépression du Cernil. L'analyse des formes, la répartition du matériel et l'état d'usure des blocs et des cailloux ne nous permettent pas de confirmer cette origine.

Un glacier débordant par-dessus la chaîne aurait dû laisser dans la topographie des traces d'usure montrant son passage ; il aurait déposé ses dernières moraines au delà des limites indiquées sur la carte. Les quelques galets épars au-dessus de Bellevue, vers les Brûlées, ainsi que quelques surfaces aplanies sont le résultat du travail des glaces descendant des monts qui culminent un peu plus au N. Le champ collecteur compris sur l'anticlinal de la Forêt des Cornées nous paraît suffisant pour nourrir les langues de glace révélées par les dépôts étudiés.

La vallée de la Brévine, sur laquelle nous reviendrons plus en détail, a eu ses appareils morainiques propres qui paraissent être restés localisés dans ce synclinal. Leur étude montre en tout cas un cheminement des glaces qui n'était pas, le plus souvent, favorable à l'envahissement du vallon des Verrières.

Glaciers de la Corbière. — On observe dans le cirque de Saint-Sulpice l'emplacement de deux anciens glaciers locaux, l'un celui de la *Corbière* proprement dit, l'autre contigu, beaucoup moins important, celui du *Bois de la Porte-dessous*. Ils ont occupé tous deux une partie seulement de cette grande houttonnière d'érosion qu'ils ont contribué à élargir un peu, et tous deux ont laissé des traces qui sont actuellement encore remarquables dans la topographie.

Sept crêtes morainiques principales, situées devant la partie la plus profonde de la niche, dans le coin le plus favorable du cirque, celui qui est orienté au « revers », marquent quelques-uns des stades de retrait du glacier de la Corbière (H. Schardt, 115, p. 260, et E. Rickenbach, 161, p. 47). Le plus extérieur de ces remparts, qui arrive au voisinage du glaciaire alpin, termine nettement l'appareil morainique, lequel est constitué par des débris de Séquanien et de Kiméridgien provenant de la paroi rocheuse voisine. D'autres petites moraines, pas toujours concentriques, sont comprises entre ces crêtes principales. Au-devant de la paroi rocheuse existe une dépression, replat à fond argileux (moraine de fond) toujours humide, occupé actuellement par une sapinière et marquant le dernier stationnement du glacier. Cette morphologie gla-

ciaire se remarque déjà en suivant le chemin de la Corbière qui coupe plusieurs crêtes et dont certains contours sont significatifs. Mais c'est surtout du haut du cirque que l'on peut dominer tout le paysage glaciaire attribuable à l'activité d'un glacier comparable aux glaciers alpins de cirque et dont la zone d'alimentation devait comprendre le plateau de Sur la Corbière. Nous avons d'ailleurs trouvé là-haut, au-dessus de la ferme, lors de la construction d'une tranchée de recherche d'eau, un dépôt remanié de marnes argileuses, fines, jaunâtres ou gris bleuâtre, enrobant un certain nombre de cailloux plus ou moins roulés et quelques restes triturés de fossiles séquanien. Il doit être en partie d'origine glaciaire ainsi que les quelques galets disséminés dans les environs, jusqu'au voisinage de Chez-le-Gros.

Les moraines du glacier de la Corbière n'aboutissent pas à la Doux, mais vont s'appuyer à la paroi rocheuse du cirque, au S. de la grande carrière de Séquanien en exploitation. Il y avait place, non loin de là, pour un autre glacier local, celui de la *Porte-dessous*, qui s'avance lui aussi jusqu'auprès de la moraine alpine. Il était indépendant du précédent, mais gêné par lui dans son développement, comme le montre la disposition de ses crêtes morainiques. La ferme de la Doux repose sur la moraine extérieure de ce système. La moraine la plus interne circonscrit aussi, près de la carrière, une dépression centrale qui demeure longtemps humide après une chute de pluie.

Glaciaire de la vallée de la Brévine. — Les dépôts morainiques de cette région ont dû être étendus, mais il n'en subsiste pas, dans la topographie actuelle, des formes, des remparts aussi nets que dans le vallon précédent. Travaillés qu'ils sont par les eaux de ruissellement, il n'en reste que des placages, des accumulations aux formes effacées qu'il est parfois difficile de distinguer des terrains en place ou des talus d'éboulis. Ce glaciaire se caractérise par l'absence de galets alpins et l'abondance des produits locaux jurassiens mélangés à une boue glaciaire.

L'un des principaux glaciers de la vallée de la Brévine devait descendre des *Cottards* et des *Fontenettes* ; dans sa période d'extension extrême, il a dû envahir le fond du synclinal et buter contre le flanc de l'Harmont, en face. Ainsi dans l'encoche de l'Helvétia, de part et d'autre de la douane suisse, à l'E., un peu en dehors des limites de notre carte, on peut voir un dépôt morainique important, formé surtout de Kiméridgien et de Portlandien ; nous y avons recolté aussi des roches du Valanginien. En suivant de là, à flanc de coteau, la direction S.W., on peut voir, avant et aux environs du Pavillon, des vestiges de ce même glaciaire, avec traces de Valanginien supérieur affleurant au fond de la vallée.

D'après A. Jeannet (163, p. 29), le glacier de la Brévine put subsister plus longtemps à l'endroit le plus retiré et le mieux abrité contre l'action du soleil, c'est-à-dire sur l'emplacement actuel du lac des Taillères. Il a donné naissance à ce lac, grâce

aux argiles de fond de sa cuvette centrale. Les mêmes conditions ont favorisé l'extension de ce glacier plus à l'W. : il débordait vers les Placettes, sur notre territoire de recherches. En ce point, certains de ces dépôts ont permis l'installation de tourbières.

M. A. Jeannot nous dit avoir observé des blocs erratiques de roches sédimentaires à l'W. du lac des Taillères. Les travaux de dérivation du ruisseau des Placettes ont entaillé, sur plus de 5 m. d'épaisseur, d'importants dépôts morainiques avec splendides blocs striés et polis, dont plusieurs du Séquanien, empâtés dans la moraine de fond.

La colline 1060, au N.W. de Bémont, est morainique. Il se pourrait qu'une partie de la saillie de Bémont, ainsi que les quelques ondulations de détail de la route, derrière la ferme 1056, près de Chez-Pétoud, soient de même nature.

Le glacier de la Brévine a-t-il envahi toute la vallée ? D'autres glaciers locaux, nettement délimités, ont-ils existé ? Les quelques galets épars dans la vallée de la Chaux ne permettent pas de répondre avec certitude. Le remplissage de matériaux jurassiens signalé par A. Jaccard (59, p. 134) près de Chincul, au fond de la vallée, n'est pas d'origine glaciaire.

La région du Bois-du-veau doit avoir été recouverte de névés. Les restes de dépôts morainiques, disséminés au pied de la pente boisée, paraissent en faire foi. Il y a là une dépression favorable à l'accumulation des glaces. C'est au voisinage de ces dépôts, aux Michels et à la Maison-Blanche, qu'on observe trois formes de terrain des plus significatives. Celle de la Maison-Blanche est la plus remarquable. Il s'agit d'une sorte de terrasse plongeant vers la vallée et formée de produits d'origine glaciaire remaniés par les eaux, sorte de fluvio-glaciaire à stratification peu nette, sans aucun triage du matériel. Cet amoncellement fait songer à un cône de déjection qui se serait formé par la rupture des moraines de petits glaciers, derrière lesquels, s'accumulaient les eaux de fusion. Ce dépôt peut aussi résulter de l'action d'un torrent contre un barrage glaciaire peu à peu démantelé.

Une petite gravière ouverte au S. de la Maison-Blanche montre que ce complexe est formé de sable et de gravier, avec des galets peu roulés, des cailloux et quelques blocs kiméridgiens, plus rarement séquanien, à angles plus ou moins émoussés. Deux coulées boueuses successives semblent avoir constitué ce curieux dépôt ; on voit, en effet, une intercalation de 15 cm. de terre végétale au milieu de ces matériaux.

Des dépôts glaciaires jurassiens sont reconnaissables dans la *vallée des Rondes*. Ainsi au haut des Prés-Rolliers, on peut voir quelques crêtes morainiques. Mais le dépôt, autrefois plus étendu, a dû être amoindri par des érosions postérieures.

L'accumulation du pied du *Corps-de-Garde* ne peut qu'avoir la même origine. Les produits sont plus menus et moins roulés, mais la nature du dépôt est la même.

Conclusions sur le glaciaire jurassien.

Les faits et les discussions qui précèdent nous ont montré qu'on ne peut mettre en doute l'existence de glaciers proprement jurassiens.

Les hautes régions du Jura ont porté des névés et certaines vallées ont été occupées en tout ou en partie par des glaciers capables d'éroder leur lit, de transporter des débris et de déposer des moraines.

Nous avons montré du même coup l'importance que ces appareils glaciaires présentent sur notre territoire.

Il convient d'ailleurs d'ajouter que les érosions postglaciaires ont effacé ou emporté une partie des dépôts morainiques. Néanmoins, une étude minutieuse nous a fait voir que le terrain glaciaire existe à peu près partout.

Nous avons été amené, dans les pages qui précèdent, à situer la ligne des neiges aux environs de 1050 m. pour l'appareil de la Sagnette et de 1150 m. pour celui des Bayards. Comme le premier était exposé au N. et le second au S., ces deux chiffres se trouvent dans un rapport convenable et leur différence mesure l'influence de l'exposition.

Remarquons, en outre, que nos chiffres s'accordent, en les précisant, avec ceux qu'avaient indiqués nos prédécesseurs et que nous avons rappelés plus haut.

Telles sont les conclusions auxquelles nous amène l'étude du glaciaire local de notre territoire. Il va de soi qu'une étude plus embrassante, destinée à rattacher nos résultats aux données fondamentales de la glaciologie quaternaire générale, mériterait d'être entreprise.

CHAPITRE VII

Les dépôts récents.

1. Les marais et les tourbières.

Les tourbières trouvent dans les hautes vallées du Jura les conditions nécessaires à leur développement, c'est-à-dire un sol suffisamment étanche, un climat humide — il tombe annuellement 1^m,40 à 1^m,50 d'eau en moyenne — et l'absence de trop fortes chaleurs.

Les tourbières de notre territoire peuvent être réparties en trois groupes, correspondant chacun à une des vallées qui le traversent.

La *vallée de la Brévine* possède les tourbières les plus étendues; aussi sont-elles exploitées de façon permanente. Elles occupent toutes le fond de la vallée, tapissé ici et là de restes de couverture morainique qui favorisent leur installation. On les distingue à distance à leur végétation arborescente, actuellement

assez réduite, il est vrai. Trois tourbières sont situées dans les limites de notre carte, soit dans la vallée de la Chauv, partie occidentale du synclinal de la Brévine. Elles appartiennent au type du marais combiné (dit encore mixte) résultant de la superposition du marais plat originel et du marais bombé à *Sphagnum*. Le premier a permis le développement du deuxième, en débarrassant les eaux de leur calcaire, défavorable à la vie de ces mousses aquatiques.

Le marais tourbeux situé au N. de la route, à Bémont, ne s'est pas étendu sur les marnes purbeckiennes qui le limitent vers le N.W.; il envoie l'excédent de ses eaux dans les entonnoirs et empioeux du voisinage. Celui qui s'étend au S. de la route, jusque devant Chez-Pétoud, est formé d'une tourbe de médiocre qualité, reposant sur une marne gris blanchâtre mélangée à de petits cailloux roulés. Nous attribuons cette qualité inférieure de la tourbe au drainage insuffisant de la tourbière qui n'entraîne pas les eaux chargées d'acides organiques en excès. Un drainage complet supprime la végétation spéciale de la tourbière (partie E. du marais septentrional de Bémont).

La tourbière du Brouillet repose sur les marnes hauteriviennes et déborde un peu sur le Valanginien; le tapis glaciaire, s'il existe encore, doit être ici très mince.

J. Früh et C. Schröter (108, p. 451) parlent d'une tourbière aux Michels, un peu plus au N.; en réalité, elle n'existe pas.

Dans la vallée anticlinale des Rondes-la Cornée, nous avons noté cinq flots tourbeux à une altitude variant de 1130 à 1180 m.; le plus petit (E. des Prés-Rolliers) n'a que 20 m. de longueur sur 11 de largeur; un autre, au pied de la Côte-du-Cerf, mesure 60 m. sur 40 environ. Quelques-unes de ces tourbières ont été exploitées autrefois, sans méthode, pour les besoins de quelques fermes isolées. Une tranchée établie dans la tourbière la plus grande a révélé une tourbe épaisse de 2^m,80; il y en a 1^m,50 à 1^m,70 près de Chez-Molard. Deux des tourbières des Prés-Rolliers se sont développées sur du glaciaire local; les autres reposent sur les marnes grises de l'Argovien par l'intermédiaire des produits d'altération superficielle de ce dernier, remaniés et profondément décalcifiés. Ces tourbières appartiennent, par leurs *Sphagnum*, au type du « marais combiné », et donc à un type évolué, mais dont le stade bas-marais a dû passer très vite. Une étude de détail de ces formations ne manquerait pas d'intérêt et permettrait de rattacher l'une ou l'autre de ces tourbières au groupe des « marais bombés purs » à végétation constamment supra-aquatique. Nous songeons surtout à la minuscule tourbière placée en bordure du chemin qui conduit, par la combe, du point 1183 à la ferme de la Cornée et plus spécialement encore à la tourbière située au N.E. de la même ferme, à cheval sur la frontière, sur une petite éminence d'Argovien. Cette dernière tourbière ne peut recevoir que des eaux météoriques et elle est nettement bombée dès ses bords. Si elle a passé par le stade « bas-marais », celui-ci ne doit avoir laissé

que des dépôts peu importants ; c'est ce que l'étude microscopique des produits profonds permettrait peut-être de constater. Cette tourbière est aussi remarquable par l'abondance de sa végétation arborescente que par son tapis de sous-arbrisseaux.

Vallon des Verrières. — Le fond de ce vallon est en partie occupé par un « marais plat » (« bas-marais ») exploité à l'E., au delà de Belle-Perche. Ce marais passe graduellement vers l'W. à des champs drainés. C'est dans cette tourbière qu'on aurait trouvé, selon L. Lesquereux (9, p. 18), plusieurs troncs de cèdre enfouis, indice d'un ancien climat temporairement plus doux que le climat actuel.

Nous avons considéré comme tourbières les dépôts susceptibles d'exploitation. Les terrains en partie cultivés qui s'étendent sous le Grand-Bourgeau et sous la Fin-de-Meudon sont constitués par une épaisse couche de terre arable riche en humus, mais peu tourbeuse ; ils reposent, ainsi que la tourbière de Belle-Perche, sur la molasse remaniée superficiellement.

Le dépôt tourbeux au N. de Meudon, avec sa végétation de Graminées et de Cypéracées de « bas-marais », nous paraissant par contre plus épais, nous l'avons délimité sur notre carte ; il s'est développé sur les marnes hauteriviennes à la faveur peut-être de restes glaciaires que rien ne révèle dans le modelé. Une minuscule tourbière de même origine est exploitée de l'autre côté de la frontière sur le même versant du synclinal.

La tourbière de la Sagnette, située à une trentaine de mètres au-dessus du fond du vallon, a la forme d'un carré assez régulier de 100 m. de côté. Elle est la seule des environs immédiats des Verrières qui soit arrivée au stade de « marais bombé ». Elle occupe une dépression d'origine glaciaire, fermée en avant par un arc morainique des plus caractéristiques. Le fond de cette cuvette est tapissé d'une marne grisâtre, verdâtre ou bleuâtre, assez homogène, onctueuse ou finement sableuse, faisant effervescence aux acides. Elle englobe parfois de petits cailloux d'origine locale, à peine émoussés, et très rarement de menus débris alpins ; on y peut reconnaître l'éclat de cristaux de quartz ou de mica. L'examen microscopique n'y a révélé aucune trace d'origine végétale ou animale. Cette marne doit être formée des restes d'une mince moraine de fond dont les éléments ont été empruntés, par le glacier venant de la Malacombe, aux roches voisines, surtout aux marnes hauteriviennes et aux premiers affleurements de molasse.

Au cours de sondages exécutés en 1924, M. E. Senn, chef des services industriels de la commune des Verrières, a constaté que la tourbe a, dans la partie la plus déprimée de la cuvette, une épaisseur de 9 à 10 m. Ailleurs, il a mesuré 2 m., 4^m,80, 3^m,20 et 7^m,70 de tourbe, toujours peu compacte, très spongieuse. Nous devons à son obligeance d'avoir pu examiner quelques échantillons des produits extraits. Suivant une communication verbale que nous a faite M. A. Jeannet, la couche voisine de la marne serait

déjà formée de *Sphagnum*, ce qui indiquerait une évolution très rapide de la tourbière.

Ce sont essentiellement les eaux météoriques qui alimentent la tourbière de la Sagnette. Il en a sans doute été ainsi dès sa formation, son isolement sur un palier la mettant à l'abri des eaux de ruissellement. Aucun cours d'eau récent ne paraît être descendu du ravin de la Malacombe.

2. Les argiles de décalcification.

Ces argiles sont déposées en minces placages sur des replats ou tapissent le fond de dépressions. Elles sont dues au travail des eaux de ruissellement qui, grâce à leur acide carbonique, altèrent peu à peu la surface des roches calcaires, entraînent en profondeur le carbonate de chaux transformé en bicarbonate soluble et abandonnent les résidus argileux plus ou moins purs, gris ou jaunâtres, voire légèrement rougeâtres. La plupart de ces formations, disséminées sur toute la surface de notre carte, sont en général trop restreintes pour y être marquées. Les plus étendues sont celles de la Planée-de-Bise et des Cernets.

Le phénomène se produit aussi, mais avec résidus plus abondants, dans les bancs marneux, tels que ceux de l'Argovien et de la molasse ; sous la terre végétale, au-dessus de la roche en place, on trouve souvent d'épaisses couches de terrains remaniés, d'argile de décomposition (les Angets, le vallon des Rondes).

Cette décalcification des terrains superficiels est une des caractéristiques de toute la région, comme l'a démontré Ch. Godet (173, p. 27). L'absence de carbonate de chaux a naturellement une répercussion sur la végétation. Cela va si loin dans certains pâturages que la terre végétale ne contient plus de calcaire : sa réaction devient nettement acide. Le calcium nécessaire à la vie de la plante serait fourni par d'autres sels (silicates, phosphates et éventuellement sulfates).

3. Les tufs.

La source qui jaillit dans le vallon du Bois-du-Ruthlin a donné naissance à un petit dépôt de tuf vacuolaire très léger.

Un tuf abondant, plus compact et plus résistant, tapisse le fond de la grotte de Chez-le-Brandt.

4. Les éboulia.

Les éboulis existent partout où les conditions locales le permettent. Ils garnissent notamment le pied des parois rocheuses. Les éboulis anciens ont été envahis par la végétation, aussi leur délimitation, comme celle de la plupart des dépôts récents, est-elle difficile. Les éboulis sont marqués sur la carte quand leur épaisseur est assez grande pour cacher entièrement le terrain sous-jacent. C'est dans le cirque de Saint-Sulpice, à la Malacombe et au Mont-du-Cerf que les talus d'éboulis sont le plus développés.

Les matériaux des éboulis anciens sont parfois soudés par un ciment calcaire et constituent alors une *brèche de pente* qui se désagrège facilement au marteau. Il en est ainsi à la Combe-German près du chemin des Parcs ; aux Augets, où nous l'avons observée sous 5 m. d'éboulis récent, lors du creusement d'une tranchée de drainage en rapport avec l'alimentation des Verrières en eau potable.

Ces matériaux constituent, d'autres fois, une sorte de « groise » à cailloux plus ou moins anguleux, parfois émoussés, englobant des blocs plus grands empruntés aux affleurements de la région et accompagnés fréquemment de particules ténues, de produits de décomposition et de lévigation. Il se pourrait alors que ces dépôts soient en partie d'origine glaciaire; ce seraient simplement les restes de moraines locales altérées, difficiles à séparer des éboulis postérieurs. Ce seraient des « moraines d'éboulis ». Nous avons reconnu des dépôts de ce genre aux Augets, au bas du chemin Ferrari (S.W. de la Grande-Ronde) et au N. du Pavillon.

5. Les glissements.

Des glissements de détail se sont produits dans quelques terrains meubles. On en voit un exemple sur les pentes rapides du Pâturage de l'Envers qui dominent les Verrières. La masse en mouvement est formée par les produits d'altération superficielle de la molasse. Elle se décompose en un certain nombre de glissements plus petits dont chacun a donné lieu à un arc convexe vers le bas de la pente. L'ensemble du phénomène est provoqué par des sources de faible débit.

Nous avons longtemps considéré comme éboulement l'ensemble du matériel détritique accumulé au N.E. du hameau des Places. Mais la faible inclinaison de la pente dominante et l'absence de niche d'arrachement nous empêchent de lui attribuer cette origine. Il s'agit plutôt des derniers restes de moraine, aux formes adoucies, et de blocs erratiques (v. p. 229) abandonnés par le glacier expirant. Ce territoire, laissé en friche, contraste en effet avec les crêtes morainiques plus vigoureuses et couvertes de cultures qui s'élèvent un peu au S.

6. Des « murgiers ».

Les « murgiers »¹ sont des accumulations artificielles qu'on remarque un peu partout dans les champs, quand la roche en place perce la terre végétale.

Ces « murgiers » sont fréquents au Mont-Barre et près de Chez-le-Brandt. Dans les deux cas affleure le Séquanien qui apparaît souvent en dalles. Les « murgiers » abondent aussi aux environs des Verrières et des Bayards sur les terrains glaciaires.

¹ Voir note p. 230.

DEUXIÈME PARTIE

TECTONIQUE

CHAPITRE PREMIER

Généralités.

Le territoire des Verrières est situé tout entier à l'intérieur du Jura et fait partie de la zone plissée des hautes chaînes. Il est traversé par trois anticlinaux orientés du S.W. au N.E. et représentés à la surface par les termes supérieurs du Jurassique, alors que les synclinaux intermédiaires sont remplis par les dépôts du Crétacé inférieur et marqués, en général, par les vallées.

Nos trois plis anticlinaux, dont le parallélisme est très grossier, sont asymétriques. Ils sont déjetés ou renversés au N.W. et peuvent passer localement au pli-faille.

Les éléments tectoniques de notre territoire sont bien individualisés et aisément visibles dans la topographie. L'architecture de l'ensemble est simple ; aucun accident important n'en vient compliquer les lignes principales. Le décrochement de Vallorbe-Pontarlier, qui passe à 8 km. environ au S.W. des Verrières, ne paraît pas avoir apporté de perturbations appréciables dans la structure du pays. Tout au plus pourrait-on attribuer à l'influence de cet accident une tendance des plis à s'orienter un peu plus W.-E.

Les unités tectoniques des environs des Verrières ont été signalées par A. Jaccard (20, p. 266, 273 ; 64, p. 284), L. Rollier (124, t. II, p. 636) et H. Schardt (124, t. III, p. 470 et t. V, p. 121). Elles sont figurées en tout ou en partie par des coupes très schématiques de B. Studer (13, Bd. II, p. 308), Pidancet et Lory (11, p. 88, pl.), A. Jaccard (20, pl. I, profils IV et V ; 179), L. DuPasquier (71 ; 79, p. 428), par les coupes au 1 : 25 000^e de H. Schardt (100, p. 406 ; 106, pl. II) et par une coupe au 1 : 75 000^e de Albert Heim (147, Bd. I, Taf. XXIV, n° 11).

Il est facile de relever dans la région les plis énumérés ci-dessous. La plupart, déjà amorcés en France, se poursuivent vers le N.E. sur le territoire étudié par E. Rickenbach (161). Ce sont du S. au N. :

1) *L'anticlinal du Mont des Verrières-Saint-Sulpice*, large voûte surbaissée.

2) *Le synclinal des Verrières*, plus ouvert en France qu'en Suisse.

3) *L'anticlinal de la Forêt des Cornées-les Fontenettes*, qui est assez court ; il unit très obliquement l'anticlinal du Larmont, avec lequel il se confond vers les Cernets, à celui de Saint-Sulpice-Crêt de l'Oura auquel il se joint vers l'E., hors des limites de notre carte.

4) *Le synclinal de la Chaux*, qui s'élargit au N.E. vers Bémont et la Brévine.

5) *L'anticlinal de la Citadelle-le Mont du Cerf*, qui est entamé jusqu'au Dogger par la vallée anticlinale des Rondes-la Cornée. C'est un segment de l'important anticlinal du Larmont, dit parfois de la Béchoularde.

L'esquisse fig. 5 représente en plan la répartition schématique de ces unités tectoniques ainsi que le tracé des coupes géologiques dessinées sur la planche I.

CHAPITRE II

L'anticlinal du Mont des Verrières-Saint-Sulpice.

Cet anticlinal, représenté dans les limites de notre carte surtout par son flanc N.W., sépare le vallon des Verrières de celui de la Côte-aux-Fées, situé plus au S. C'est une partie d'un pli qui se développe vers le S.W. en France et se prolonge en Suisse par Monlési, le Crêt de l'Oura et Sommartel.

En forme de large voûte près des Granges-de-Malbuisson, au S.E. du lac de Saint-Point (182; 184), il est brusquement interrompu par la faille transversale de Vallorbe-Pontarlier. Cet important accident tectonique, accompagné de nombreuses dislocations de détail, a profondément influencé la structure de la région française immédiatement voisine, récemment examinée par C. Sprecher (141, p. 35-37). Le tronçon du pli situé à l'E. de la cassure a été étiré et a subi un déplacement de plus de 2000 m. vers le N. Aux environs de la Gauffre et de Monpetot, l'anticlinal, ouvert jusqu'à l'Argovien, a un flanc S.E. faiblement incliné, de forme tabulaire bien marquée, alors que le flanc extérieur, N.W., est un peu renversé du côté du synclinal les Verrières-le Frambourg.

Cette voûte asymétrique se poursuit assez régulièrement, semblable à elle-même. Elle a une montée axiale douce jusqu'à son entrée en Suisse et subit un rétrécissement assez marqué, puisque sa largeur passe de 3^{km},8 à la Gauffre à 3^{km},6 au S.E. des Verrières-de-Joux (France) pour se réduire à 3 km. au-dessus des Verrières suisses. Elle a été entamée jusqu'au Séquanien supérieur, qui forme une longue bande aisément reconnaissable à ses

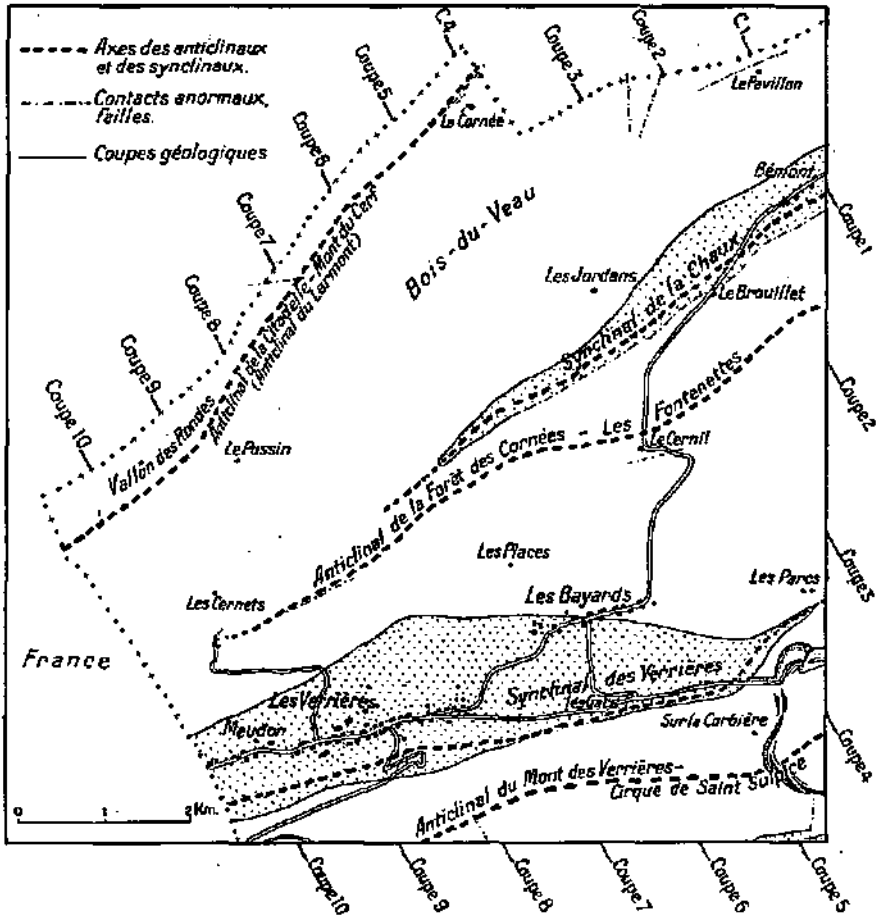


Fig. 5. Esquisse tectonique.

Traces des coupes géologiques de la planche I.
Blanc : anticlinaux. — Pointillé : synclinaux.

calcaires oolithiques et à quelques gisements marneux à *Terebratula humeralis* Rœm. que recouvrent, vers le N.W., les bancs du Kiméridgien d'abord faiblement inclinés, puis assez brusquement redressés et même déversés du côté des Verrières, exactement à l'angle S.W. de notre carte. Le flanquement S.E. de l'anticlinal, vaste plateau plus ou moins ondulé, est composé d'un revêtement étendu de Kiméridgien et de Portlandien, à plongement faible. Des restes isolés de ce Kinnéridgien se sont maintenus sur les crêts du Bois-des-Râpes et près de Chez-Theinet, un peu au S. de la limite méridionale de notre carte, ainsi que l'avait déjà constaté Th. Rittener (101, p. 79); vers l'E., par contre, un placage continu de ce même étage s'avance plus au N. et recouvre le Crêt de la

Joux et Mont-Barre, formant aussi les points 1248,4 et 1229,6 dominant Chez Maurice-dessus.

La voûte principale de l'anticlinal, dont le noyau est formé de Séquanien, constitue la partie culminante de la chaîne sur le territoire français et sur le Mont des Verrières. Dès le Crêt de la Joux, l'affleurement du Séquanien se continue plus au N. et se rapproche du versant septentrional de la montagne, s'abaisse dans la partie supérieure de la forêt qui couvre tout ce versant et forme une zone continue, mais rétrécie, que domine au S. la suite des crêts kiméridgiens. Ces derniers marquent ici la ligne de faite orographique. Il y a certainement un rapport intime entre cette position du Séquanien et le maximum de déversement de l'anticlinal peu après sa pénétration en territoire suisse. Le tracé de l'axe de l'anticlinal indique en effet une légère ondulation longitudinale vers le N., aux environs de la « loge » du Mont-Barre et du Pré-au-Gras, exactement au-dessus des Gars, dans le vallon, où nous avons reconnu la présence certaine d'un pli-faille et le chevauchement marqué du Crétacé plus ou moins disloqué et laminé par le Portlandien et le Kiméridgien. La forme arquée du pli, en provoquant une tension longitudinale dans le flanc externe, a favorisé la formation du pli-faille sur lequel nous reviendrons en analysant le flanc N. de la chaîne.

En se rapprochant de Saint-Sulpice, l'anticlinal, dont l'axe s'abaisse manifestement vers le centre du cirque pour remonter de l'autre côté dans la direction du Monlési, se ramasse, se rétrécit — il ne mesure plus vers Sur la Corbière que 1^{km},6 de largeur — et surtout se redresse en passant à une forme plus régulière. Le flanc N.W., déversé, puis simplement déjeté, se relève ; son plongement redevient normal (Bois de la Porte-dessous), alors que l'autre retombée de l'anticlinal, vers le S.E., est constituée par des couches qui passent, en un genou assez brusque, de l'horizontale à la verticale, se renversent même par places et enfin s'inclinent plus doucement vers le synclinal du Val-de-Travers-Buttes. C'est ainsi que se marque dans la nature le pli en coffre que représente notre coupe 6, planche 1.

Ainsi notre pli est devenu l'anticlinal de Saint-Sulpice, à dôme surbaissé et plat formant le petit plateau de Sur la Corbière, érodé jusqu'au Séquanien supérieur. Celui-ci supporte, à la faveur de la plongée axiale à l'E.N.E. et grâce à une légère dépression synclinale ordinaire, bien visible au bord du cirque, un lambeau de Kiméridgien, aux cotes 1181 et 1157. En se plaçant plus au N.E., de l'autre côté du cirque, on suit admirablement le mouvement régulier des couches du Jurassique supérieur qui constituent la clef de voûte et le flanc N. de l'anticlinal. Ce dernier est particulièrement bien visible à la grande carrière du Bois de la Porte-dessous. Une coupe de H. Schardt représente la tectonique dans les mêmes parages (115, p. 259, profil IV).

Le cirque de Saint-Sulpice a profondément entamé l'anticlinal

jusqu'à l'Argovien dans les limites de notre carte, et jusqu'au Dogger plus à l'E., où il est plus large et plus profond. L'Argovien n'apparaît nulle part au pied immédiat de la Corbière, caché qu'il est par les dépôts glaciaires alpins et surtout par les moraines jurassiennes.

C'est à la hauteur de la Corbière que l'anticlinal change assez brusquement de direction ; il se rapproche du pli de la Forêt des Cornées plus au N., tout en comprimant le synclinal des Verrières qui se relève et se vide de ses dépôts crétacés.

Le voisinage du synclinal de Buttes-la Côte-aux-Fées est indiqué à l'angle S.E. de notre carte par la présence de quelques roches crétacées ; un important placage de Valanginien, en couches moins inclinées que les masses jurassiques affleurant plus haut, recouvre une bonne partie de la pente. Malgré la forêt, l'éboulis et un matériel morainique alpin assez abondant que le glacier a amené par la dépression de la Louche, on remarque facilement, dans la topographie, les traces d'un décrochement qui a affecté ce flanc du pli et qu'a déjà signalé E. Rickenbach (161, p. 55 ; 195).

Déjà en suivant, du S.W. au N.E., le palier des marnes de l'Hauterivien inférieur, un peu en dehors des limites de la carte, on note, non loin du grand coude E. du chemin forestier venant de la Louche, une flexure en plan dans cet horizon : ce contournement n'est qu'une forme faible du décrochement que nous venons de mentionner. C'est surtout en parcourant, plus haut, la dépression purbeckienne assez souvent visible, mais brusquement interrompue ici, que l'accident devient plus saisissable. Près du sentier qui monte vers Chez-le-Banderet, des parois rocheuses presque verticales de Portlandien avoisinent le Valanginien supérieur à plongement plus faible ; plus haut, le Kiméridgien affleure à quelques pas du Valanginien inférieur. Le décrochement, qui est subtransversal, ne nous paraît pas avoir entamé profondément ce flanc de l'anticlinal. Au bord du cirque, plus au N., on ne relève aucune trace de cet accident qui n'a qu'une importance locale. Il pourrait bien être en connexion avec le changement assez brusque de direction que subit, dans le voisinage, toute la masse anticlinale ; c'est la lèvre W. qui, le long du décrochement, s'est portée plus en avant ; la lèvre E. qui, ayant le moins avancé, est restée relativement en arrière.

Il nous appartient davantage d'examiner l'allure du flanc N.W. de l'anticlinal du Mont des Verrières, puisque ce dernier limite le synclinal de même nom, lequel traverse de part en part notre territoire. L'allure générale du pli, telle qu'elle apparaît à l'examen de ce flanc externe, montre nettement, en effet, que les poussées ont été inégales. Franchement déjetée au S. du Frambourg (France), avec flanc externe balancé autour de la verticale, la voûte se maintient assez semblable à elle-même jusqu'au voisinage de la frontière.

Pourtant, près du hameau des Gauffres, le pli, d'après une coupe de E. Fournier (109, p. 497), serait renversé. Les bancs du Kiméridgien, du Portlandien et du Purbeckien, qui plongent de 45 à 50 degrés au S.E., reposent sur la série crétacée, supportée par un noyau de molasse marine, de marnes et de calcaires d'eau douce. Près du Moulin des Boîtes, G. Dollfus (52, p. 183) a relevé, sur le même flanc de l'anticlinal, plusieurs pointements d'Urgonien, en bancs très inclinés qu'une faille subverticale amène au contact des marnes tertiaires.

Au S.W. des Verrières-de-Joux, des bancs d'Hauterivien supérieur, qui plongent normalement de 60 à 70 degrés au N.W., forment l'ossature d'un crêt boisé.

Non loin de la frontière, le pli est plus dissymétrique ; il est nettement renversé. La rareté des affleurements ne permet aucune mesure, mais il est possible de se rendre compte de l'allure du phénomène déjà au S. des Verrières suisses sur le Pâturage de l'Envers. Les couches du Crétacé inférieur reposent sur la molasse marine et supportent les bancs du Jurassique supérieur. Aucune rupture longitudinale ne paraît avoir accompagné le déversement du pli, dont les tensions en long se sont satisfaites par des laminages et peut-être par des étirements. On observe à mi-hauteur du pâturage un étroit palier, de largeur variable, qui correspond aux marnes aisément déformables et inégalement écrasées de l'Hauterivien inférieur. Plus haut, le Purbeckien forme une bande parallèle qui nous a paru continue, pour autant que l'observation n'a pas été gênée par la forêt et le mince revêtement d'éboulis.

En montant la route carrossable du Mont des Verrières ou l'ancienne route qui forme aujourd'hui raccourci, on observe successivement le flanc renversé, la charnière frontale et le flanc normal de notre anticlinal. Le flanc renversé se marque dans le Valanginien, qui plonge de 30 à 40 degrés au S., puis dans le Portlandien, dont l'inclinaison est plus forte. Au delà du point 1046, on atteint le Kiméridgien d'abord très fortement incliné au S. Peu après, il devient vertical : c'est ici la charnière frontale. Quelques pas encore et le Kiméridgien plonge fortement au N. : nous sommes dans le flanc normal, dont le plongement s'adoncit plus loin, sur le Mont, où il n'est plus en moyenne que d'une vingtaine de degrés.

Cette allure du pli n'est modifiée par aucune perturbation importante. Seuls interviennent quelques menus accidents : bancs plissotés ou un peu fracturés avec petites zones de broyage.

Dans une coupe de la région, Th. Rittener (101, p. 80 et feuille 1) représente cette succession ; mais, contrairement à ce que l'on peut observer, la molasse est dessinée en transgression sur le Crétacé renversé.

A la Sagnette, le flanc externe de l'anticlinal est un peu plus renversé que dans la localité précédente : la pression y a été un peu plus forte et l'étirement plus marqué. La coupe géologique de

la Sagnette a été figurée au 1 : 25 000 par H. Schardt (100, p. 406 ; 124, t. VI, p. 317) et reproduite par J. Weber (133, p. 199). Nos observations confirment celles de notre prédécesseur. Les données de la surface ne permettent guère une analyse serrée du phénomène, mais la galerie de recherche d'eau au pied de la Malacombe supplée à cette insuffisance. Nous y avons constaté la molasse marine renversée supportant le Néocomien également renversé. Un lambeau d'Urgonien supérieur de quelques mètres d'épaisseur — son extension vers l'W. ne nous est pas connue — supporte l'Urgonien inférieur dont certains bancs marneux ont été écrasés, laminés, lenticulés ou réduits à l'état de nodules de friction avec polis de glissement. L'Hauterivien supérieur est nettement fissuré; au-dessus, les marnes hauteriviennes, qui ne mesurent plus que 3 m. d'épaisseur, ont subi un effort de compression particulièrement intense : elles sont feuilletées, franchement schisteuses.

C'est un peu à l'E.N.E. de ce point que l'anticlinal renversé doit se résoudre en un pli-faille. Malgré la rareté des affleurements, on peut s'assurer de la suppression assez rapide de l'Urgonien, puis de l'Hauterivien dans cette direction ; le Valanginien lui-même se réduit ; plus à l'E., dans la sapinière, on peut relever très localement le voisinage immédiat de la molasse marine et du Valanginien inférieur. C'est un peu plus loin, aux Gars, que la suppression du flanc renversé nous paraît être la plus complète. L'accident est difficilement visible en surface, car la couverture d'éboulis cache une bonne partie de la structure au pied de ce versant. Mais la galerie de captage d'eau, au pied de la Vy-à-la-Bolle, permet des observations bien meilleures et révèle ce contact anormal par pli-faille (voir pl. II et coupe 4 de la planche I).

Le plan de chevauchement, incliné de près de 15 degrés au S.S.E., coupe presque parallèlement les bancs du Purbeckien. Le toit du chevauchement, dont l'amplitude ne peut être qu'assez limitée, est constitué par des calcaires craquelés et diaclasés du Portlandien. Ces calcaires présentent des fissures et des poches remplies d'une argile de décalcification, déposée antérieurement et qui entrave localement la circulation souterraine.

Le plan de chevauchement ne nous paraît pas pénétrer très loin en profondeur : du reste, l'inclinaison des couches du Portlandien chevauchant, qui est faible entre 390 et 400 m. à partir de l'entrée de la galerie, devient un peu plus forte entre 400 et 410 m., ce qui annonce peut-être la charnière synclinale de raccord. Nous croyons que le plan de chevauchement mord à peine le Séquanien ; il disparaît en tout cas dans l'Argovien.

La galerie des Gars a traversé le Purbeckien sur une longueur de près de 37 m., ce qui correspondrait à une épaisseur de 19 à 25 m.; mais le Purbeckien forme ici, en réalité, une masse nourrie du fait du voisinage de la charnière synclinale. D'ailleurs, il se réduit bien vite vers le haut à un chapelet de lambeaux de poussée qui pourraient bien comprendre des blocs de Valanginien, ou sim-

plement à une mince bande qui vient affleurer à la surface, à 30 ou 40 m. au-dessus du fond de la vallée où elle détermine un replat large de quelques pas. Le Crétacé est représenté par un Valanginien inférieur puissant d'une trentaine de mètres, que la galerie a rencontré sur une longueur de près de 50 m., auquel fait suite la Limonite puissante de 3 m., plongeant de 50 à 60 degrés au S.S.E. et chevauchant directement la molasse. Le Valanginien n'apparaît pas en surface ; il doit se terminer en biseau dans le plan de charriage. Nous avons observé dans ce terrain un blocage local de marnes et de calcaires. Dans la galerie, l'Hauterivien et l'Urgonien doivent avoir disparu par écrasement.

Le brusque renversement des calcaires du Kiméridgien, du Portlandien et de l'Infracrétacé sur une partie de la molasse, qui forme le noyau du synclinal au pied de la Vy-à-la-Bolle, a engendré dans ces terrains tertiaires, assez peu homogènes, de nombreux plissements secondaires disharmoniques de faible amplitude brusquement interrompus par des plans de glissement, des plissements irréguliers accompagnés de nombreux phénomènes mécaniques. Nous avons remarqué, dans la molasse de la galerie des Gars, des couches argileuses très froissées, des marnes à structure schisteuse, des bancs discontinus qui finissent en coin, des changements rapides du plongement, des torsions de couches ou des zones de friction accompagnées de splendides miroirs de faille, des réductions notables de certains bancs, surtout dans la partie S. de la galerie, comme le fait voir la coupe pl. II.

Il n'est pas absolument improbable que cette fine dislocation de la molasse ait facilité la descente des eaux souterraines et leur cheminement vers la Reuse.

À l'E. des Gars, la poussée semble avoir été moins forte ; les affleurements du Purbeckien paraissent plus réguliers et plus continus ; l'un d'eux détermine la rupture de pente qu'on observe à la lisière de la forêt, au S. des Pérosettes, où il repose sur le Valanginien toujours renversé vers le N.W. ; celui-ci nous paraît être en contact anormal avec l'Hauterivien calcaire de la colline 960, qui appartient déjà au flanc normal du synclinal des Verrières. Le plan de chevauchement coïnciderait donc avec le fond du synclinal, ici très resserré, puis s'effacerait un peu plus à l'E.

Cette disparition assez rapide du pli-faille et le redressement de tout le flanc de l'anticlinal paraît être en rapport avec le changement brusque de direction que présente la chaîne 1 km. plus à l'E., vers le Bois de la Porte-dessous. Au S. des Champs-Berthoud, les calcaires portlandiens se relèvent ; ils sont voisins de la verticale au bord de l'ancien chemin qui conduit vers Chez-le-Gros ; enfin, en montant du Haut-de-la-Tour vers Sur la Corbière, on constate que les bancs ont l'inclinaison normale au N.W.

De la Combe-German, en face, on peut observer l'allure de la voûte qui redevient régulière. Au Bois-du-Ruthlin, les bancs du

Portlandien plongent de 30 à 50 degrés sous le synclinal valan-
ginien des Verrières et réapparaissent à quelque 100 ou 200 m.
plus au N. pour prendre part à l'anticlinal de la Forêt des Cornées.

L'anticlinal du Mont des Verrières-Saint-Sulpice est représenté
par la partie droite des coupes 1 à 7, pl. I.

CHAPITRE III

Le synclinal les Verrières-les Parcs.

C'est dans le flanc N.W. de ce synclinal dissymétrique qu'est
principalement creusé l'étroit vallon des Verrières, dont l'indivi-
dualité géographique est très nette. Cet élément tectonique nou-
veau, déjà amorcé au bord E. de notre carte, se développe vers le
S.W., alors que s'efface peu à peu, dans la même direction, le syn-
clinal de la Brévine : l'un relaie l'autre.

Orienté du N.E. au S.W., le haut vallon des Verrières — sur
territoire suisse, l'altitude de son fond varie entre 915 et 1050 m.
— est assez régulièrement allongé entre les crêtes du Jurassique
supérieur du Mont des Verrières d'une part, et de la Forêt des
Cornées, prolongée par la plus haute saillie du Larmont, d'autre
part. A l'« envers » de la vallée, dont la pente est plus rapide qu'à
l'« endroit », les terrains infra-crétacés sont chevauchés sur de
grandes longueurs par le Portlandien et le Kiméridgien ; mais à
l'« endroit », les divers étages du Néocomien, en général faible-
ment inclinés, s'étalent sur une plus grande surface et forment
quelques épaulements ou déterminent un palier qui domine le
fond de la vallée. Ce contraste entre les deux flancs est tout à fait
caractéristique et s'exprime bien dans la topographie (fig. 6).

Un important noyau de terrains tertiaires plissés (molasse
marine et calcaires d'eau douce) occupe le fond du synclinal, qui
est un peu couché et en partie chevauché sur l'un de ses flancs.

La largeur maximale de ce sillon du haut Jura, mesurée entre
les légères dépressions parallèles du Purbeckien, ne dépasse
guère 1^{km},5. Ce sillon se poursuit sur une quinzaine de kilomètres,
moitié sur territoire suisse et moitié sur France, où il paraît se
terminer brusquement près du Frambourg, au décrochement Val-
lorbe-Pontarlier.

C'est aux Vermots, près de la Gauffre (France), que l'on peut
voir les derniers témoins, d'ailleurs fortement disloqués, du Néo-
comien du synclinal des Verrières. Ils sont en contact, le long
d'une faille presque verticale qui est le décrochement de Pontar-
lier, avec la masse du Jurassique supérieur qui forme l'ossature
du Mont Crossat plus au S.W. (C. Sprecher, 141, p. 37-38).

En réalité, le bassin des Verrières, qui, vers le Frambourg,
communique au N. avec Pontarlier par la cluse étroite et sèche

de Mijoux — ancien trait de scie du ruisseau la Morte, autrefois plus actif, — est le segment oriental d'une unité tectonique plus importante dont la partie occidentale comprend le synclinal de Chaon, le lac de Saint-Point et celui de Remoray. L'orientation plus E.W. de la partie aval, française, du vallon des Verrières est certainement due au voisinage du décrochement, qui se marque ici surtout par le rejet vers le N. de cette partie du synclinal. Mais il n'en est plus de même de la partie amont du même vallon, comprise dans les limites de notre carte. Sa direction est ici influencée par l'intercalation de l'anticlinal de la Forêt des Cornées et l'élargissement local de celui-ci vers l'E.

La caractéristique de cette partie du bassin des Verrières réside tout entière dans le renversement de l'anticlinal du Mont des Verrières et le déversement de son flanc N.W. sur le noyau synclinal infracrétacé et mélassique qui en est ainsi plus ou moins comprimé. Il en est résulté une surélévation du pli anticlinal et un resserrement de la cuvette. Près des Gars, où l'amplitude du chevauchement a été maxima, le noyau tertiaire conservé est très important, malgré l'étroitesse du sillon. Le fond du synclinal est ici plus large en profondeur qu'en surface (voir pl. I, coupe 4).



Phot. C. Muhlethaler.

Fig. 3. Le vallon des Verrières (regard à l'W.S.W.).

(Cf. la partie S.E. des coupes 1 à 4, planche I). Au premier plan, le glaciaire jurassien.

Il est intéressant de constater qu'à une déformation plus marquée du versant S.E. du vallon correspond, de l'autre côté du synclinal, une allure plus douce des couches. Il semble qu'il y ait eu absorption d'une partie de la poussée.



Phot. G. Muletthaler.

Vers les Verrières. —>

<— Vers Pontarlier.

Fig. 7. Replis de l'Hauterivien supérieur dans le synclinal des Verrières.

La photographie a été prise en dehors des limites de notre carte, près du Crenx, au S.W. des Verrières françaises.

L'écrasement du synclinal ne se poursuit pas sur une très grande longueur (voir p. 248). Le redressement du pli est accompagné d'une diminution du noyau tertiaire qui disparaît très rapidement. Déjà aux Péroselles, il n'y a plus actuellement de molasse. L'axe du synclinal commence à s'y relever sensiblement. Le tracé de cet axe est des plus suggestifs (voir fig. 5). Il montre admirablement ce qu'il y a de dissymétrique dans l'allure du pli dont le cœur molassique est situé au pied du versant S.E. du vallon.

Le fond du vallon des Verrières est peu accidenté. Le relief de la molasse y est très adouci ; tout au plus relève-t-on quelques pointements de grès plus résistants (près de Meudon ; au-dessus de l'Envers ; à Belle-Perche). Des dépôts superficiels abondants et variés, et notamment l'importante couverture glaciaire, cachent en grande partie la structure de ce fond ; aussi les accidents de la molasse sont-ils peu connus dans le détail.

Nous avons toutefois relevé dans la galerie des Gars, comme on l'a vu plus haut, les effets bien marqués d'une forte compression. L'hétérogénéité du matériel plissé a favorisé la multiplicité de petits accidents (p. 247). C'est à l'inégale plasticité des roches qu'il faut attribuer les détails secondaires du contact anormal entre la molasse marine d'une part, les marnes et les calcaires d'eau douce d'autre part (220 m. à partir de l'entrée de la galerie). Un fait est certain : les calcaires et les marnes du Tortonien ont été plissés avec l'ensemble et constituent le noyau comprimé du pli synclinal.

Dans la série crétacée, le renversement de l'anticlinal et son passage local au pli-faille ont amené de sensibles perturbations. Alors que les couches renversées du flanc S.E. du synclinal ont

été fortement écrasées et par places supprimées, le flanc N.W., quoique normal, a été également affecté par ce phénomène tectonique. La force de compression s'y est d'abord traduite par la formation d'un petit pli monoclinale secondaire qui borde le fond du vallon ; il est surtout visible du village des Verrières à la gare des Bayards. La même poussée a provoqué de nombreux plissements dans les assises du Néocomien. L'intercalation de bancs marneux a favorisé ces complications de détail. L'Hauterivien calcaire, par son défaut de plasticité, est un terrain de choix pour ces perturbations mécaniques. Ainsi au S.W. des Verrières françaises, en bordure de la route, on peut constater des plissements du plus bel effet (fig. 7).

Dans la fig. 8, nous avons représenté de faibles replis de ces mêmes calcaires de l'Hauterivien supérieur, visibles à l'E. des Verrières suisses.

Le talus qui domine la voie ferrée, près de la gare des Bayards, est encore plus caractéristique à ce point de vue. Tout l'ensemble, fortement redressé, est très tourmenté. Il y a là, sur une petite surface, des replis nombreux, des plissements discordants, de petits glissements, des ondulations fréquentes. Une accumulation tectonique ou un déplacement de même origine des masses plastiques de l'Hauterivien inférieur pourrait bien avoir favorisé cette irrégularité des bancs de l'Hauterivien calcaire. Malheureusement, les marnes hauteriviennes n'affleurent que rarement dans ces parages et leur allure est difficile à analyser.

Les couches de l'Hauterivien supérieur, qui forment l'arête 1010, un peu plus au N., sont disloquées et plongent en sens inverse du plongement normal. Ces bancs mal soutenus se sont affaissés ; peut-être une surcharge de matériel glaciaire voisin aura-t-elle produit un léger mouvement de bascule.

La proximité du pli-faille, le rétrécissement marqué du synclinal et la réduction du noyau tertiaire expliquent l'allure tourmentée du Néocomien aux environs de la gare des Bayards.

Près des Pérosettes, le flanc N.W. de l'anticlinal du Mont des Verrières-Saint-Sulpice chevauche encore nettement le synclinal. Le flanc renversé du synclinal, réduit à une partie du Valanginien inférieur, est ici en contact brusque avec les calcaires hauteriviens, peut-être barrémiens, du flanc normal. Le point précis de ce contact est caché par des atterrissements et par la végétation.

Nous avons longtemps considéré la colline 960 des Pérosettes comme une écaïlle due à la poussée excessive supportée par toute cette partie du synclinal. En réalité, c'est un dernier lambeau d'Hauterivien calcaire en place dont le relief est dû à la dépression mi-naturelle (érosion des marnes d'Hauterive), mi-artificielle (construction de la route et de la voie ferrée), qui la limite au N. Il est bon de noter que, dans le détail, la topographie originelle de ce paysage a été quelque peu altérée par les travaux qu'on y a entrepris.

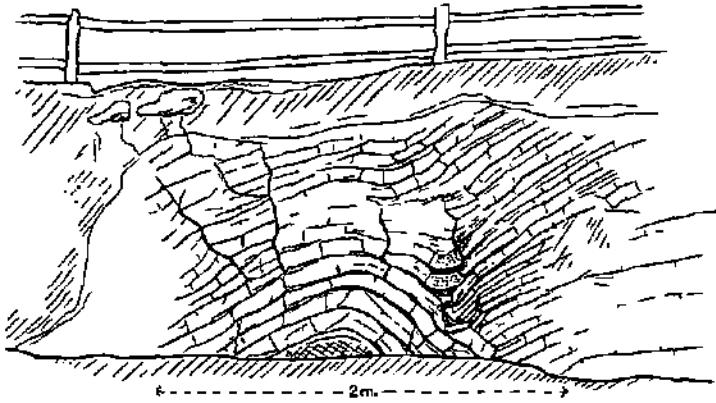


Fig. 8. Plissements de détail dans les calcaires de l'Hauterivien supérieur au N. de Belle-Perche, en bordure de la route. Les Verrières (regard au N.).

Dès les Champs-Berthoud, le synclinal tend à devenir régulier, mais reste toujours dissymétrique. Un important revêtement de matériel glaciaire ne permet pas d'en étudier la structure. Mais il est certain que l'axe du synclinal s'écarte peu à peu du pied de l'anticlinal, se coude assez brusquement au N.E. et traverse, vers le Haut-de-la-Tour, le vallon en partie postglaciaire. Celui-ci communique avec le cirque de Saint-Sulpice par l'étroit défilé ou demi-culuse du Bois de la Porte-dessous, actuellement à sec.

Les crêtes morainiques jurassiennes recouvrent une bonne partie du synclinal, au S.E. de l'Endroit, où l'on peut encore observer les dernières traces du Valanginien supérieur.

Tout le complexe entamé par la grande route et par la voie ferrée, à l'E. du Haut-de-la-Tour, est constitué surtout de Valanginien inférieur, oolithique, appartenant au flanc S.S.E. du synclinal. Malgré quelques petits accidents de détail, l'ensemble des bancs de cette colline plonge en moyenne au N.W., comme la retombée de l'anticlinal voisin contre laquelle il s'appuie.

Les bancs qui affleurent au N. de la voie ferrée subissent en petit, dans une aire de quelques mètres carrés, une incurvation en plan accompagnée d'une petite fracture : ce sont des détails du coude que la direction du synclinal marque dans ces parages, comme il a été dit plus haut. Les calcaires visibles à l'E. de cet affleurement appartiennent au sommet du Valanginien inférieur et nous paraissent être la continuation de ceux qui sont mis au jour à l'W. de la colline, dans la carrière du bord de la route.

En même temps que le synclinal change de direction, il se rétrécit. Il y a confluence graduelle des deux anticlinaux qui le limitent. Son fond se relève assez rapidement vers le N.E. Au-dessous des Charins, le fond du vallon est isoclinal, bien que le vallon dans son ensemble ne le soit pas. L'axe du synclinal passe sur son versant N.W., constitué par un étroit lambeau de Valan-

ginien inférieur, oolithique. Les dernières traces de cet étage disparaissent non loin de là, au S. des Pares. Puis le synclinal, dont le fond est occupé d'abord par du Portlandien, puis par du Kiméridgien, se prolonge sur plusieurs kilomètres par les Charbonnières, la Glacière, Derrière le Châble (feuille de Fleurier) et s'efface un peu plus au N. (E. Rickenbach, 161, p. 54 ; 195).

Le vallon des Verrières a quelque chose d'inachevé ; son évolution en surface est retardée par l'infiltration des eaux. Le déblaiement du contenu molassique du synclinal se fait avec une extrême lenteur. La Morte évacue avec peine quelques alluvions. Les formes structurales ont été attaquées par quelques « ruz » ou ravins latéraux dont les plus importants sont ceux de la Malacombe et de la Combette, qui sont maintenant toujours à sec et ne jouent plus aucun rôle dans l'érosion des versants.

CHAPITRE IV

L'anticlinal de la Forêt des Cornées.

Ce pli présente quelques analogies avec l'anticlinal du Mont des Verrières. Il en est une réplique plus septentrionale, mais il a moins d'ampleur et surtout il est moins élevé. Il est, comme l'anticlinal du Mont des Verrières, nettement dissymétrique. Dans le noyau jurassique de l'anticlinal de la Forêt des Cornées, le flanc méridional, un peu ondulé, s'incline faiblement et régulièrement au S.E. Les couches de l'autre flanc plongent d'abord doucement, ce qui fait affleurer d'importants lambeaux de Kiméridgien, ensuite elles plongent plus rapidement, puis atteignent la verticale et enfin se renversent, ce qui les amène en contact, par un pli-faille, avec le synclinal crétacé de la Chaux. Ce contact brusque est marqué, comme à l'ordinaire, par la réduction de l'épaisseur de bancs, qui peuvent se réduire par places à de simples lambeaux ou s'écraser tout à fait. Mais il est certain qu'ici la compression a été moins intense que dans l'anticlinal du Mont des Verrières. Le plan de chevauchement est plus fortement incliné, l'amplitude très réduite, l'étirement plus faible. D'autre part, comme l'indique Marcel Bertrand dans sa légende de la feuille de Pontarlier (182), il est rare que ces renversements se poursuivent sans interruption sur de longues distances. Cette règle se vérifie dans notre anticlinal. En effet, déjà avant la Brévine, plus au N.E., le flanc N. de notre anticlinal plonge au N.W., et il en est de même, comme le montre notre carte, plus au S.W. (point 1225, point 1191, Verschez-la-Bolle) : le chevauchement précité, se trouvant entre ces deux régions, n'occupe donc pas toute la longueur du pli. Seul le segment du pli qui est au droit de la vallée de la Chaux s'exagère en un pli-faille ; d'autre part, ce segment correspond à une culmination d'axe dont la moitié occidentale se voit sur notre carte et

la moitié orientale sur la feuille de Fleurier : nous concluons de ces deux faits que la poussée a été plus forte dans ce segment que dans ceux qui le prolongent au S.W. et au N.E.

Dans son ensemble, l'anticlinal de la Forêt des Cornées-les Fontenettes, recouvert presque complètement par la forêt, donne lieu en topographie à une large ondulation, une croupe basse à dos très surbaissé. Cette dorsale est moins saillante que les deux croupes dues à l'anticlinal du Mont des Verrières-Trémalmont et à l'anticlinal du Larmont. L'anticlinal qui nous occupe sépare les deux seuls synclinaux qui apparaissent dans notre territoire. Par suite du faible plongement de ses assises, son relief topographique est mou, sans crête nette ni saillie rocheuse importante, ni ravin profond pour rompre la monotonie de ces surfaces calcaires.

C'est à l'E. du Bois-de-la-Baume et près des Fontenettes que l'anticlinal a sa largeur maximum en même temps que sa culmination axiale. En cette région, l'anticlinal est érodé jusqu'au Séquanien supérieur qui s'étale sur une large surface. De là, le pli décrit en plan quelques inflexions ; en même temps, l'axe de l'anticlinal s'abaisse lentement au N.E. L'anticlinal des Fontenettes s'est rapproché, puis confondu avec celui de Trémalmont, comme l'a observé E. Rickenbach (161, p. 53-54).

Vers le S.W., l'axe de notre anticlinal s'abaisse jusqu'à la dépression du Cernil, aux environs de laquelle les bancs du Séquanien disparaissent sous la carapace kiméridgienne. Cette descente axiale est utilisée par la route qui traverse l'anticlinal. L'axe se maintient ensuite sensiblement horizontal, sauf au S. des Planées, où il marque une légère montée locale. En plan, il est à peine ondulé. Il s'efface dans la direction des Cernets (fig. 5).

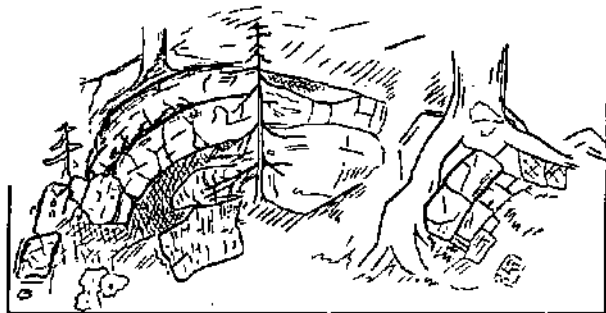


Fig. 9. Détails de la retombée nord de l'anticlinal des Fontenettes-la Forêt des Cornées sur la pente qui domine les Placettes, au S. de Bémont (regard à l'E.N.E.).

Dans le segment d'anticlinal qui a chevauché le Crétacé de la vallée de la Chaux, l'intensité du mouvement a varié d'un diamètre à l'autre : nous estimons qu'elle a été plus grande au-dessus du Brouillet (ferme 1060) qu'aux Piagets. Près des Placettes, au

S. de Bémont, le contact des deux unités ne peut être observé, caché qu'il est par des restes de glaciaire et par des dépôts tourbeux. Pourtant, au-dessus de la ferme 1051, dans un petit ravin partiellement nettoyé de son matériel détritique, on voit un pan de la retombée de l'anticlinal ; quelques bancs plus ou moins disloqués du Kiméridgien supérieur sont affectés d'une courbure bien marquée et s'enfoncent brusquement (fig. 9). C'est le commencement du genou du pli renversé.

Près de la ferme 1060 du Brouillet, sur le chemin montant, le Portlandien, déjà réduit, chevauche les terrains infracrétacés. Il avoisine l'Hauterivien, représenté par quelques bancs calcaires écrasés, et paraît même entrer en contact avec lui. Cet Hauterivien forme ici le noyau du synclinal. Le Purbeckien a été complètement laminé. Il y a eu fracture des couches plus résistantes du Valanginien. Tout le flanc S. du synclinal est ici profondément entamé. Mais les quelques têtes rocheuses qui apparaissent sur le chemin, du côté W. de la ferme, ne permettent pas de pousser très loin l'étude, et en aucun cas de faire des mesures précises. D'ailleurs, sur une bonne partie de ce flanc anticlinal qui borde l'« envers » de la vallée de la Chaux, la végétation et même un peu d'éboulis limitent l'observation.

Au-dessus des Liadets, au S.W. du Brouillet, l'anticlinal est déjà moins renversé. Le Purbeckien y affleure en un mince liseré d'ailleurs vite interrompu. Les témoins de ce terrain forment un chapelet de lambeaux le long de la côte. Au bord du chemin qui va des Liadets au point 1105 de la route cantonale, le Portlandien plaqueté fait voir des plissements. Dans la carrière ouverte près de ce point 1105, les bancs plongent, chose curieuse, faiblement au S.S.E. Il s'agit d'un accident local.

Pour se rendre compte de l'allure d'ensemble de l'anticlinal, il faut suivre les divers sentiers et chemins forestiers qui le traversent. Ainsi, en descendant des Placettes, près Pierre Marquée (Forêt des Cornées), vers les Bouilles, on observe le passage rapide à la verticale des bancs du Portlandien qui affleurent non loin du Valanginien supérieur renversé. En allant de la Baume-du-Piqueur (point 1141) aux Redards, on constate que le pli, toujours renversé, comprime moins fortement le synclinal crétacé finissant. Un peu au S.W., le chevauchement s'efface, puis le flanc septentrional de l'anticlinal est marqué par un petit à pic (chemin des Escaliers). Mais les affleurements, très limités, doivent être étudiés avec une rigoureuse prudence. Trop souvent, on croit voir des lits stratifiés alors qu'il s'agit de diaclases. Il est pourtant certain qu'ici le flanc N. du pli se redresse. Au S. des Planées, l'anticlinal, très étroit, est seulement déjeté ; puis l'ensemble redevient un pli droit. Ce redressement du pli se produit au voisinage de l'importante saillie du Larmont dont le sommet principal est près de là, au N. Au point où les deux anticlinaux se rapprochent, la compression est plus efficace et

l'axe du pli marque une montée : c'est le léger bombement axial du S. des Planées, signalé plus haut. Dans les mêmes parages, il y a surélévation du relief (point 1225). Le synclinal intermédiaire de la haute vallée de la Chaux en est fort rétréci et ne se marque plus, vers le S.W., que dans le Jurassique.

Alors qu'à l'E., l'anticlinal de la Forêt des Cornées pouvait se développer sur une plus grande largeur et restait aplati, l'espace lui manque ici : il se resserre, son ampleur diminue. Son flanc S. retombe, vers les Verrières, plus rapidement que sur les diamètres orientaux. A l'E. du Petit-Cernet, il est à peine reconnaissable dans la topographie. Aux environs de la frontière franco-suisse, sa jonction avec l'anticlinal plus septentrional est bien près d'être accomplie. Mais son incorporation dans l'anticlinal du Larmont, ainsi que l'effacement du synclinal de la Chaux y laissent encore des traces. Ces deux éléments tectoniques, sur le point de s'effacer, continuent à se marquer très légèrement, dans le flanc interne de l'anticlinal du Larmont, par des ondulations de couches qu'on observe aux Cernets et qu'on suit longuement au S.W. sur territoire français.

L'excès de compression qui a déterminé la convergence des deux anticlinaux s'est encore manifesté dans le Jurassique supérieur où il s'est traduit, près du Haut-des-Côtes, par un gauchissement accompagné d'une rupture des bancs peu plastiques. Cet accident a donné lieu à une faille longitudinale de faible rejet qui a favorisé la formation d'une combe de 250 m. de long sur 30 à 40 m. de large, ouverte jusqu'assez près du Séquanien. Cette dislocation se marque si bien dans la topographie qu'on l'aperçoit à distance.

Au-dessous du Cernil, le manque de plasticité de ces bancs calcaires (Kiméridgien inférieur) a déterminé un phénomène analogue, mais moins net. Il est difficile de dire s'il y a eu fracture ou simple gauchissement des couches.

CHAPITRE V

Le synclinal de la Chaux.

Comme le vallon des Verrières qu'elle rappelle, la vallée de la Brévine est une unité tectonique bien apparente dans la topographie. C'est un bassin élevé, peu profond, complètement fermé, cuvette aux bords presque parallèles, longue de près de 24 km., dont la largeur maximale, comprise entre les deux bandes purbeciennes, ne dépasse guère 1 km.

La vallée de la Brévine est fermée au N.E., au delà de la Chaux-du-Milieu, par un seuil anticlinal qui la sépare du synclinal du Locle ; au S.W., elle se rétrécit et disparaît aux environs des

Carnets, par le rapprochement et la fusion des deux anticlinaux qui la bordent. Elle appartient à notre territoire par sa terminaison occidentale, soit par la vallée de la Chaux, dont les traits caractéristiques tiennent au renversement de l'anticlinal de la Forêt des Cornées et à l'écrasement consécutif d'une partie du synclinal. Le flanc renversé de ce synclinal forme le soubassement du versant N. de l'anticlinal de la Forêt des Cornées.

C'est surtout dans le Purbeckien et dans la série néocomienne de l'« envers » de la vallée que s'est fait sentir, comme dans le vallon des Verrières, l'action énergique du chevauchement. Les couches valanginiennes ont été ou amincies, ou brisées et disloquées, et sont représentées par des affleurements irréguliers et sporadiques dont les rapports ne sont pas toujours aisés à établir. Nous avons noté deux îlots de Limonite assez bousculée, appartenant au flanc renversé de l'anticlinal de la Forêt des Cornées ; le premier est au S.E. de la Sauge, le deuxième se trouve sur le chemin des Placettes aux Bouilles. La Limonite qui affleure à l'Envers, au S. des Prises, fait partie du flanc normal de l'anticlinal la Citadelle-Mont du Cerf.

Le renversement du pli est irrégulier dans le détail. Il a donné lieu à des déplacements et à des accumulations de matériaux plus plastiques, tels que les marnes d'Hauterive, qui forment en grande partie ici le noyau du synclinal, lequel est constitué plus au N.E., hors des limites de la carte, par la molasse marine.

Un important gisement de cet Hauterivien inférieur existe aux environs des Liadets ; des travaux de recherche d'eau nous ont permis de mesurer dans les assises du flanc renversé des plongements au S.E., compris entre 30 et 35 degrés. Le même niveau est développé au S. de la Sauge, où sa présence est bien marquée dans la topographie. De là, il se réduit brusquement, vers l'W., à une étroite bande qui passe à flanc de coteau et domine de 20 à 30 m. le fond de la vallée.

La fin du synclinal hauterivien, au S. de Chincul-dessous, est indiquée par un dernier affleurement très localisé, couvert de végétation et par une importante source captée.

Le rétrécissement du synclinal de la Brévine, dès le village de ce nom et les Varodes au N.E. (hors de notre champ d'étude) jusqu'à la Sauge au S.W., est le résultat du même maximum d'effort orogénique qui a renversé au N.W. l'anticlinal de la Forêt des Cornées-les Fontenettes et produit, dans ce pli, le bombement axial que nous avons signalé. Un autre rétrécissement, situé au delà de la Sauge, dans la région de l'Envers, est dû à l'ascension rapide de l'axe du synclinal, ascension qui a favorisé la disparition par érosion des dépôts crétacés dès l'angle de forêt au S. des Redards. En ce point, le synclinal est encore renversé. Au delà, le synclinal portlandien, puis kiméridgien, qui n'est plus que simplement déjeté, s'insinue au S. du mamelon que contourne le chemin, près de la Planée-de-Bise. Il passe ensuite, encore légèrement déjeté,



Phot. C. Muhlethaler.

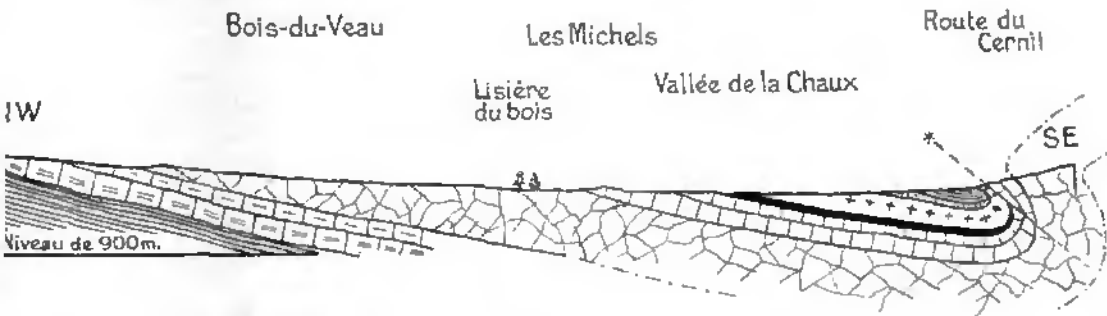


Fig. 10. Vue prise à 300 m. au S.W. du Brouillet, au travers de la vallée élevée de la Chaux, avec coupe géologique.

Au fond, le Bois-du-Veau. La ligne d'horizon coïncide avec la frontière politique (crêt séquanien). On devine dans les champs la dépression purbeckienne; quelques entonnoirs la soulignent.

- Décrochement. - - - - - Trace de la coupe géologique.
- - - - - « Flexure en plan » (cf. texte p. 202).

La légende des terrains est identique à celle de la planche I.

au S. de la Planée-de-Vent et traverse plus à l'W. le chemin montant vers la Pierre du Combasson, non loin des points 1149. En ces parages, le synclinal est devenu presque droit. Il est encore marqué dans la forêt 1152 où une série de dolines (voir p. 269) souligne sa trace. Il se dirige ensuite vers le Grand-Cernet et se poursuit très effacé sur France comme nous l'avons indiqué.

La surrection de l'important anticlinal du Larmont et l'amorce d'un bombement de ce pli à la Grande-Ronde, immédiatement au N.N.W., contribuent pour une bonne part à l'effacement du synclinal.

La vallée de la Chaux, comme celle de la Brévine, se maintient élevée. Son altitude, 1050 m. en moyenne, atteint 1100 m. dans la partie terminale du synclinal crétacé. Le fond presque plat de cette vallée, reconvert d'un mince tapis végétal, est remarquablement régulier.

Au point de vue tectonique, l'accentuation locale du plongement des couches et les replis de détail montrent que l'écrasement du flanc renversé du synclinal s'est répercuté jusque sur l'autre flanc. Ainsi nous avons noté un plongement de plus de 50 degrés dans le Valanginien inférieur, en bordure de la tourbière au N. de Bémont, ainsi que des replis et des coincements de couches, lors du creusement d'une citerne à la ferme 1052, un peu plus au N.E. Or, dans la prolongation S.W. de cette zone, le plongement est ordinairement plus faible. Il se pourrait d'ailleurs que ces replis locaux soient plus fréquents que les trop rares affleurements ne permettent de le voir. Le relief peu accusé de ce fond de vallée, que les eaux ont à peine entamé, ne permet pas toujours de suivre les diverses couches du Crétacé malgré leur inégale résistance.

Les faibles dénivellations et la douceur des versants font paraître cette vallée large et peu profonde. Elle déborde, il est vrai, sur de grandes surfaces portlandiennes à l'« endroit » du val-lon ; cet étage est représenté par des pointements et par des crêtes parallèles (voir p. 189).

CHAPITRE VI

L'anticlinal la Citadelle-le Mont du Cerf.

1. Généralités.

Ce pli, qui couvre une grande partie de notre carte, est un segment de l'important anticlinal Larmont-Pouillerel.

Plus prononcé au S.W., sur France, il constitue la Montagne du Larmont proprement dite, qui culmine au Gros Taureau par 1326 m., non loin de la frontière. Il semble se terminer à la Cluse de Joux, où il est tranché par le décrochement de Vallorbe-Pontarlier. Il est en réalité l'aile E., plus refoulée au N. que l'aile W., d'un pli dont la continuation sud-occidentale, plus molle, embrasse

le Crossat, la Pierre-qui-tourne, au N.W. du lac de Saint-Point et le Mont de Saint-Sorlin (C. Sprecher, 141, p. 38). Vers le N.E., par contre, notre anticlinal se prolonge par les Gras, les Sarrazins, et forme plus loin la croupe de Pouillerel près la Chaux-de-Fonds (J. Favre, 130, p. 443).

La partie de cette importante unité tectonique, qui traverse notre territoire et qui s'élève peu à peu jusqu'au voisinage de la frontière franco-suisse, sépare la vallée de la Chaux et une partie du vallon des Verrières d'une part, du synclinal les Alliés-les Etraches d'autre part. Elle a été entamée par l'érosion et ouverte jusqu'au Bathonien, dont la mise au jour a été en outre facilitée par le relèvement d'axe du pli. L'anticlinal est nettement dissymétrique, déjeté et souvent même renversé au N.W. Très large à la base, il est généralement surbaissé ; ailleurs, il se montre plus saillant, par exemple au S.W. de la Grande-Ronde.

Nous distinguerons trois régions naturelles dans l'analyse de ce segment d'anticlinal :

Le flanc méridional, qui comprend entre autres la côte Divois, le replat des Cernets et le Bois-du-Veau.

Le cœur du pli, bien marqué dans la topographie, notamment par la vallée anticlinale des Rondes-la Cornée.

Le flanc septentrional, représenté en Suisse seulement par le crêt de Séquanien que suit la frontière, du Buclet au Mont du Cerf.

2. Le flanc méridional du pli.

Le flanc méridional est presque complètement recouvert par la forêt que troue une série de pâturages allongés, dus à la présence de bancs marneux. Les différentes assises du Jurassique supérieur s'y succèdent d'une façon régulière et uniforme. La faiblesse de leur plongement, en moyenne 15 à 20 degrés au S.E., détermine un relief peu accusé. Les calcaires diaclasés du Kiméridgien et du Séquanien y affleurent un peu partout et montrent ordinairement le plat des couches. On note çà et là des escarpements rocheux de quelques mètres de hauteur. Aucun ruisseau n'a entaillé cette surface monotone ; l'infiltration des eaux est immédiate.

La crête qui termine au N. ce vaste plan incliné correspond le plus souvent à l'affleurement du Séquanien inférieur à Coraux. La plus forte incurvation, vers le N.W., du flanquement séquanien, dès le Corps-de-Garde, et au long de la Forêt du Pâquier, s'est conservée grâce à un important ensellement de l'axe du pli. La montée graduelle, vers le N.E., de l'axe de l'anticlinal, dès les Prés Rolliers, est bien marquée par le relèvement du Séquanien de la Grosse-Prise (points 1240-1261,8), ainsi que par le recul au S.E. et par l'abaissement, dès le point 1207, de la suite du même crêt de Séquanien. De la borne 123 (point 1212) à la borne 100, ce crêt forme la frontière franco-suisse. A l'E. de notre territoire, il se continue encore dans l'arête-frontière de l'Harmont au N. du lac

des Taillères et de la Brévine. Il y a assez peu d'observations tectoniques à faire sur ce flanc d'anticlinal d'allure si régulière.

Pourtant, le versant qui s'élève au N. de Meudon jusqu'à la Citadelle n'est pas aussi simple. Nous avons vu plus haut que c'est un complexe formé par la coalescence de deux anticlinaux, dont l'un, le plus méridional, se fonde graduellement à l'W. dans l'autre, avec effacement ménagé, dans le même sens, du synclinal intermédiaire. Toute la région porte l'empreinte de ces éléments plissés. Ainsi la retombée des couches vers le S.E., au Petit-Cernet, appartient encore au flanc méridional de l'anticlinal de la Forêt des Cornées, qu'elle rappelle manifestement. Aux environs des Cernets s'étend sur de grandes longueurs un replat qui manifeste topographiquement les ondulations tectoniques signalées à la page 257: or, nous savons que ces dernières expriment l'effacement graduel vers l'W. du synclinal de la Chaux et du flanc septentrional de l'anticlinal de la Forêt des Cornées. La pente qui s'étend au N. du Grand-Cernet et de Chez-Rossel fait partie de l'anticlinal de la Citadelle; elle rappelle le versant de la chaîne qui, plus au N.E., descend doucement vers la vallée de la Chaux. La côte Divois est cependant plus entamée que le terrain précédent. La surélévation axiale de l'anticlinal, en ce lieu, a favorisé l'érosion qui a mordu le Séquanien plus largement qu'ailleurs.

La régularité du flanc S. de l'anticlinal la Citadelle-le Mont du Cerf est interrompue, au N. de la Maison-Blanche, par deux petits accidents transversaux: l'un, occidental, est un véritable décrochement; l'autre, oriental, est une sorte de flexure en plan, qui ne paraît pas avoir été accompagnée de fracture, mais semble pourtant avoir déterminé l'échancrure qui traverse, de part en part, l'arête rocheuse au point 1122.

Quand on suit vers l'E. les traces du calcaire oolithique blanc du sommet du Séquanien, on constate, non loin du point 1115, que ce niveau est brusquement interrompu et reporté à 250 m. plus au N., sans que rien, dans la topographie, n'indique au premier abord un contact anormal. Cependant, les couches kiméridgiennes situées à l'E. du décrochement sont plus redressées qu'à l'W.; le sentier montant, qui jalonne le tracé de la faille, est parsemé de débris de l'Oolithe de Sainte-Vérène. D'ailleurs, cet accident ne peut être que superficiel; il s'efface déjà dans le Séquanien inférieur. La dépression longitudinale, qui, plus au N., correspond à l'affleurement des bancs marneux permettant la démarcation des deux complexes séquaniens (voir p. 158), n'est pas sensiblement affectée par lui; tout au plus subit-elle une déviation qui la rapproche assez brusquement de l'arête frontière, dès la cote 1157. De même, le rétrécissement de cette dépression indique une compression intense des masses qui la limitent et dont le plongement est en moyenne de 25 degrés à l'W. du décrochement et de 45 degrés à l'E.

A l'encoche 1122, dite la Solitude, la dépression séquanienne mentionnée ci-dessus prend une nouvelle et plus forte inflexion.

Elle est rejetée transversalement d'une trentaine de mètres et forme au N., sur le versant français de l'arête, un replat de 2 m. de largeur que l'on suit plus ou moins bien jusqu'au bord E. de notre carte. Tout le territoire qui s'élève au-dessus de la Maison-Blanche porte l'empreinte de ce deuxième accident ; sa position est indiquée approximativement par le chemin qui, du point 1089, remonte le flanc de l'anticlinal, passe dans l'échancrure 1122 et descend au village français des Seignes situé dans la vallée anticlinale.

Ainsi les lèvres orientales des deux accidents subissent une déviation et sont poussées plus au N. que les lèvres occidentales. L'éminence 1162 appartient au compartiment compris entre ces deux dislocations, compartiment qui semble avoir été légèrement soulevé relativement aux deux masses voisines. La ligne d'horizon, régulière partout ailleurs, en est altérée ici : elle porte admirablement la trace de ces deux accidents orogéniques dont l'emplacement est indiqué sur la photographie fig. 10.

Quand on considère les deux secteurs de notre pli que sépare le décrochement de la Maison-Blanche (point 1157), on se rend compte que le secteur E., qui s'étend du dit décrochement, par le Pavillon, vers le bord E. de notre carte et au delà, a subi une compression plus forte que le secteur W. La compression plus forte s'est traduite, notamment, par une accentuation de la courbure des couches dans le flanc normal du pli : à cette accentuation correspond le redressement assez brusque des plongements que montrent nos coupes 9 et 10 (le Pavillon). Tout le flanc est d'ailleurs plus étroit et plus ramassé comme le montre notre carte.

Le rapide changement de l'inclinaison des couches, au Pavillon et aux environs, est attesté par les faits qui suivent. Les bancs du Kiméridgien inférieur et du Kiméridgien moyen, qui apparaissent au haut de la pente, plongent de 50 degrés en moyenne. Ce plongement approche de 70 degrés à la bordure N. du pâturage du Pavillon. Mais immédiatement au-dessous, le plongement des assises du Kiméridgien supérieur n'est plus que de 20 et même 10 degrés. Il se pourrait qu'une cassure longitudinale coïncide avec le changement d'inclinaison des couches : l'éboulis et la végétation empêchent de se prononcer en toute certitude. Plus à l'E., des deux côtés du bord de notre carte, le flanc normal redevient plus régulier.

On ne peut attribuer la formation des accidents de la Maison-Blanche à des différences locales dans la résistance des matériaux, car ces derniers sont les mêmes dans tout l'anticlinal. Le plan arqué du pli, dans le segment E., est certainement en rapport avec ces accidents transversaux. Nous pensons aussi que les phénomènes précités, particuliers au segment E. de notre anticlinal, sont en relation avec la poussée énergique qui, de l'autre côté de la vallée, a renversé l'anticlinal de la Forêt des Cornées-les Fontettes sur le synclinal de la Chaux.

3. Le cœur du pli.

On peut distinguer dans le cœur de notre anticlinal, dans les limites de notre carte, trois régions. Dans la première, tout au SW., l'anticlinal est érodé jusqu'au Bathonien. Dans la seconde, qui occupe le segment médian et qui est la plus longue des trois, l'anticlinal n'est ouvert que jusqu'à l'Argovien : c'est ce que nous appelons la vallée anticlinale les Rondes-la Cornée. Dans la troisième, tout au N.E., l'anticlinal est ouvert jusqu'au Callovien.

Première région. — Le cœur bathonien du pli est visible sur la pente boisée qui s'élève au S. de la Grande-Ronde. L'affleurement de ce terrain se trahit à distance par la couverture forestière. On voit sur la coupe 1 (pl. 1) que le flanc interne plonge de 15 à 30 degrés au S.E. et le flanc externe de 70 à 80 degrés au N.W. Aucun accident important ne vient modifier la régularité de cet ensemble. A peine observe-t-on quelques perturbations de détail ; une fracture locale des bancs du Bathonien supérieur a donné lieu, sur le chemin Ferrari, au S.W. de la douane, à un petit ravin (méridien 524 de la carte). Il s'agit d'une petite faille transversale dont les deux lèvres sont bien visibles. L'Oxfordien nous paraît avoir disparu dans le flanc externe de la voûte ici déjetée ; nous n'en avons observé aucune trace. Notons cependant que cet étage ne mesure, au S. de la Grande-Ronde, dans le flanc interne du pli, qu'une épaisseur de 1^m,80 (p. 151).

D'autre part, l'ouverture du pli jusqu'aux marnes et marno-calcaires du Bathonien moyen a favorisé la mise en saillie des bancs calcaires plus résistants de la partie supérieure de l'étage qui apparaît sous forme de crêtes basses.

L'anticlinal est dénudé par grandes surfaces de l'autre côté de la frontière : l'axe du pli y marque d'abord une montée douce ; plus loin, il demeure horizontal sur près de 2 km. ; plus loin encore, il s'abaisse dès avant la Béchoularde et cette inclinaison axiale se continue jusqu'à la Motte, ce qui entraîne finalement, à environ 3^{km},5 au S.W. de la frontière, la disparition du Bathonien sous les terrains plus récents.

Par contre, la descente axiale est plus rapide du côté suisse, vers le N.E. ; elle est accompagnée de la prompte disparition du Bathonien moyen sous la carapace intacte de la « Pierre blanche » qui forme, au S. de la Grande-Ronde, une étroite voûte déjetée observable au point 1093 dans une gorge qui la coupe de part en part. Cette voûte s'enfonce près de là sous le calcaire roux sableux. Un dernier ressaut de Dalle nacrée, un peu plus à l'E., indique la terminaison périclinale du Callovien. Ce ressaut souligne la disparition définitive de la voûte de Jurassique moyen sous le Jurassique supérieur. C'est ainsi que les deux combes argoviennes se réunissent en une seule vallée anticlinale ; on passe ainsi à la deuxième région.

Deuxième région. — Dans le territoire que nous avons appelé aussi la vallée anticlinale les Rondes-la Cornée, l'Argovien est manifeste partout, mais les affleurements de cet étage sont restreints. Ils suffisent pourtant à montrer que ce terrain tendre présente des plis de détail. Quelques-uns de ces replis locaux jouent un rôle morphogénique. On peut voir au S.E. du chalet du Pâquier, dans le lit du ruisseau, un joli petit anticlinal secondaire.

C'est à l'Argovien inférieur qu'il faut attribuer le crêt faiblement marqué et en partie boisé des Prés-Rolliers. Le site de l'affleurement ainsi que le faciès et la résistance de la roche sont ceux qui conviennent à ce niveau.

La plongée au N.E. de l'axe anticlinal se fait sentir dans la région de Chez-Lambelet et de Chez-Molard par le rétrécissement de la dépression argovienne. C'est un peu plus au N.E., dans la région du Pâturage des Allemands et de la Ronde-brûlée, que l'axe est le plus déprimé. Plus loin, l'axe du pli monte lentement au N.E. avec des inflexions secondaires.

Troisième région. — La montée d'axe dont il vient d'être question provoque enfin, près de la Cornée, la réapparition du Callovien.

Dans le ravin situé entre Chez-Blaizet et la ferme de la Cornée se trouve le meilleur affleurement de la Dalle nacrée qui forme ici le noyan de l'anticlinal traversé de part en part par le ruisseau. Sur la rive gauche de ce dernier, l'affleurement est en partie caché par l'éboulis et par d'autres terrains superficiels : on y voit cependant les bancs de la Dalle nacrée s'enfoncer sous leur couverture d'Argovien. Sur la rive droite, l'affleurement est plus étendu et fait apparaître quelques détails tectoniques intéressants. Le genou de Dalle nacrée, complexe peu plastique, s'est rompu dans l'acte de plier (coupe 7, pl. 1); on voit, dans ce terrain, le flanc N.W. du pli qui plonge normalement de 70 degrés dans le même sens, ainsi que le faite de l'anticlinal. La Dalle nacrée est ainsi rompue en esquilles dont une au moins pénètre vers le haut et vers l'arrière dans l'Argovien inférieur. La petite fracture grâce à laquelle le Callovien repose ainsi anormalement sur l'Argovien est la faillette principale du système.

Ce morcellement a diminué la résistance du faite anticlinal à l'érosion. Il en est résulté des effets morphologiques de détail : légère déviation du ruisseau, production d'une niche, élargissement local du ravin. Au bord du palier d'Argovien inférieur qui surmonte l'escarpement de la faillette principale — lequel a donné lieu à une cascade, — on observe deux anticlinaux de détail tellement contigus que le synclinal intermédiaire est écrasé et remplacé par une petite fracture. En remontant le cours d'eau, on note plusieurs plongements anormaux peu en rapport avec la forme générale de l'anticlinal : autre indice de plissement accompagné de petites fractures.

Il est regrettable que l'on ne puisse, en dehors du ravin, pousser plus loin l'analyse de cette partie de l'anticlinal et en particulier étudier le prolongement de l'esquille principale du côté de la frontière. Au N. de la ferme de la Cornée, dans la forêt, on peut suivre, dès le ravin, une partie du flanc septentrional de la voûte de Dalle nacrée dont les couches plongent de 75 degrés au N.W.; on devine même par places la position de l'Oxfordien et son contact normal avec l'Argovien redressé qui affleure au bas de la pente rapide et dans le lit du ruisseau, dans les mêmes conditions qu'à la Grande-Ronde. Par contre, il est difficile, sinon impossible, d'étudier l'allure de l'autre flanc et ses rapports avec l'Argovien qui semble plonger de 45 degrés au S.E. Le noyau de la Dalle nacrée est certainement moins comprimé, plus ouvert et plus régulier près de la frontière.

En pénétrant sur territoire français, la dépression anticlinale s'élargit encore vers Charopey, les Seignes et les Gras, village que domine le Mont-Châtelu.

Remarques diverses. — Le modelé du fond de cette dépression est en partie le résultat de l'inégale résistance des couches ainsi mises à découvert; il est dû, pour une autre part, aux altitudes différentes des niveaux de base relatifs des cours d'eau qui le modèlent. Ces derniers, qui sont tributaires du Doubs, sont au nombre de quatre. Ils ont entaillé le flanc septentrional du pli et s'écoulent dans le synclinal des Alliés ou dans son prolongement N.E., le bassin de Morteau.

La vallée les Rondes-la Cornée est une dépression peu profonde, mais un peu dissymétrique. Son aspect varie avec la forme de la voûte et son allure est subordonnée aux inflexions d'axe de l'anticlinal.

Le segment du pli qui traverse le territoire suisse est déjeté et même nettement renversé au N.W.; aussi la disposition de la vallée anticlinale et des combes qui s'y trouvent n'est-elle pas des plus régulières, au moins en coupe. L'attaque du flanc méridional, moins incliné et plus élevé, a été plus intense et le recul du crêt séquanien plus marqué. Par contre, sur le flanc septentrional, l'érosion a été contrecarrée par l'espèce de barrage que forment les bancs plus ou moins redressés du Séquanien.

4. Le flanc septentrional du pli.

Le crêt de Séquanien qui s'étend du Buclet (borne 154, point 1182) au Mont du Cerf (borne 126, point 1199,4) est en bancs le plus souvent redressés, parfois même renversés. Il appartient au flanc N.W. de l'anticlinal. Il est plus saillant vers le Buclet et à la Côte-du-Cerf. Les entailles qui l'interrompent correspondent à deux petits cours d'eau. L'emplacement de ces ruisseaux est déterminé par l'enseiement axial de l'anticlinal; ils quittent le pli par sa région la plus déprimée. La pittoresque percée des Entreportes

qui se trouve plus au S.W., sur territoire français, traverse le même crêt; elle correspond à un autre abaissement d'axe du même pli.

L'anticlinal du Larmont-Mont du Cerf est déjeté à la Cluse de Mijoux, en France. Au défilé des Entreportes, plus au N.E., le Séquanien du flanc externe de cet anticlinal est vertical, mais les baucs du Kiméridgien supérieur et du Portlandien sont un peu renversés au N.W. Le renversement est plus net au Buclet et aux environs immédiats, où les plongements observés sont tous au S.E.: nous avons mesuré 80 degrés dans le Séquanien supérieur, 50 dans le Kiméridgien et 35 dans le Valanginien. Le renversement se poursuit au N.E., la valeur du plongement variant dans le détail. A la sortie du Bied et du ruisseau de la Petite-Ronde, au S. du village des Alliés, le Portlandien supérieur plonge d'environ 55 degrés au S.E. A la Côte-du-Cerf, le Jurassique supérieur plonge aussi au S.E.; au delà du Mont du Cerf, la dissymétrie du pli s'atténue.

TROISIÈME PARTIE

PHÉNOMÈNES KARSTIQUES, HYDROLOGIE ET DIVERS

CHAPITRE PREMIER

Les phénomènes karstiques.

1. Généralités.

L'étendue et l'épaisseur des couches perméables, la fréquence des fractures de toute espèce, la faible inclinaison des versants et l'abondance des précipitations sont autant de facteurs qui concourent à l'explication des nombreux phénomènes karstiques que présente la région.

Les formes relativement adoucies de notre territoire sont dues en quelque mesure à la disparition d'une notable partie des eaux en profondeur : l'établissement d'un écoulement profond au détriment du drainage normal a entravé l'évolution du modelé de surface. C'est ce qui est arrivé jusqu'à un certain point dans le haut vallon des Verrières, mais surtout dans la vallée de la Chau, dont le fond se maintient à une altitude élevée.

2. Des lapiés.

L'inégale dissolution des calcaires plus ou moins purs par les eaux pluviales et par les eaux de fonte des neiges se manifeste, entre autres effets, par la production de lapiés. On les rencontre dans certaines parties de notre territoire, auxquelles ils donnent un aspect caractéristique.

Les lapiés se sont formés sur des surfaces calcaires tantôt nues, tantôt couvertes d'un mince tapis végétal. Ils semblent se développer de préférence dans des régions à bancs rocheux faiblement inclinés. C'est surtout dans les calcaires du Séquanien supérieur et du Kiméridgien que nous en avons rencontré. Ces lapiés consistent en ciselures, cannelures, sillons et cupules ; le fond des dépressions est souvent caché par des produits de décalcification, ordinairement argileux.

On observe des lapiés notamment dans la Forêt des Cornées,

sur la voûte anticlinale et sur toute la longueur du flanc méridional de l'anticlinal la Citadelle-le Mont du Cerf (Bois-du-Veau). Voici le détail des principaux sites :

Au N.W. du hameau des Places et au N. de la Vy-Jeannet, au bord de la forêt, sillons assez réguliers mais peu profonds.

La Lavetaz (lieu-dit non marqué sur la carte), au N. de la Vy-Pochon, en bordure de la forêt, est formée de Kiméridgien supérieur nu, à sillons nets.

Au N.W. du Grand-Cernet, ciselures plus profondes ; ces lapiés sont en partie couverts de végétation.

A l'W. de Chincul-dessus, les calcaires ont une sculpture karstique si développée qu'il est parfois difficile de mesurer le plongement des couches.

Dans la forêt 1152, à l'E. du Grand-Cernet ; c'est là que les lapiés prennent l'ampleur la plus remarquable. Le Kiméridgien inférieur est fortement buriné et aussi entaillé de sillons plus larges, dont beaucoup sont des fissures agrandies, dont la profondeur dépasse parfois 2 m. La surface du pays consiste en blocs énormes et moussus, dont quelques-uns sont en équilibre instable. Un de ces blocs a été pris autrefois pour un menhir (« menhir du Combasson »), mais à tort, comme l'a montré A. Dubois (139, p. 2).

3. Dolines, entonnoirs et emposieux.

Ce sont d'autres accidents qui permettent la pénétration des eaux en profondeur. Leur distinction est parfois arbitraire : on passe facilement d'une forme à l'autre.

Nos *dolines* sont des dépressions elliptiques ou circulaires à fond plat, presque toujours humide, ouvertes dans un même banc calcaire le plus souvent peu incliné. Elles sont dues à la dissolution suivie de tassement.

On descend dans ces dolines tantôt par des pentes régulières et douces, tantôt par des pans rocheux abrupts. On rencontre deux dolines en large cuvette dans les calcaires dénudés du Kiméridgien inférieur de la Forêt des Cornées, dans la même zone que les gouffres (p. 274). L'une est le *Creux-Petou*, à la limite N. de cette zone, dans la division forestière 23 (fig. 13). C'est la plus grande doline de notre territoire ; elle est presque circulaire et mesure une cinquantaine de mètres de diamètre ; son fond, que recouvre une mince couche d'argile impure, est à 12 m. au-dessous du territoire environnant. Mais contrairement aux autres dolines observées, elle s'est développée dans des bancs calcaires plus fortement inclinés (30 à 45 degrés au N.W.). L'autre est la *doline percée* dont la description, en raison de l'importance du gouffre qui s'ouvre sur son fond, a été reportée plus bas (Gouffre Barré, p. 277).

Plusieurs de ces dolines marquent l'extrémité S.W. du synclinal finissant de la vallée de la Chaux : dans la forêt 1152, au N.

du chemin la Planée de Vent-les Cernets, s'alignent plusieurs de ces formes qui, sans être de grandes dimensions, n'en sont pas moins typiques. La plupart de ces dolines affectent les bancs presque horizontaux du Kiméridgien inférieur. L'une d'elles, la plus occidentale de la série et de forme elliptique, mesure 35 m. sur 20 m. avec 6 m. de profondeur ; sur son fond sont disséminés quelques blocs détachés des parois limitantes. Une autre doline, qui est double, est formée par deux affaissements circulaires et tangents, l'un de 15 m. de diamètre, l'autre de 12 m. D'autres dépressions, plus irrégulières ou même incomplètes, peuvent être assimilées à des demi-dolines. Il en est ainsi d'une dépression située au point 1119, près de la ferme de la Planée de Vent.

En grand, cet alignement est manifestement en rapport avec le synclinal ; dans le détail, il se pourrait que son emplacement fût déterminé par un cours d'eau souterrain dont le tracé coïnciderait avec le fond de la zone synclinale, ou par une fracture qu'aucune observation ne permet d'ailleurs de constater, ou par le concours de ces deux facteurs.

Notre territoire présente un grand nombre d'entonnoirs. Nous appelons ainsi des dépressions karstiques de petite dimension, de forme souvent conique, de plan plus ou moins circulaire, plus rarement allongé.

Dans notre territoire, la grande majorité des entonnoirs est située à la limite d'un banc perméable et d'un banc imperméable ; d'autres, en plus petit nombre, se trouvent dans des couches calcaires inclinées. Les couches perméables sont toujours des calcaires, à l'exception, peut-être, de gypses purbeckiens dont la présence est concevable quoique non observée ; les couches imperméables sont des marnes quand il ne s'agit pas, ce qui est plus rare, de grès molassiques.

Les rapports de la majorité de nos entonnoirs avec la structure expliquent le fait qu'ils sont souvent alignés. Ces rapports en expliquent aussi la formation. La dissolution du calcaire au contact de la couche imperméable détermine des vides qui donnent lieu à des affaissements. Les marnes, plus ou moins fluentes, se tassent ; l'effondrement se produit par étapes et se traduit en surface par une dépression dont les flancs peuvent être nus, mais sont en fait, dans notre région, presque toujours couverts de végétation. Les dimensions horizontales des entonnoirs ne dépassent guère une cinquantaine de mètres, sauf exceptions spéciales ; la dimension la plus fréquente est de 5 à 10 m. ; il en existe, plus rarement, qui ne mesurent que 2 à 3 m.

D'autres entonnoirs se produisent dans des calcaires marneux, lorsque ces derniers ont une teneur élevée en carbonate de chaux : c'est ce qui arrive parfois au niveau de certains bancs de l'Argovien.

Les marnes des entonnoirs sont quelquefois exploitées comme engrais par les habitants.

En ce qui concerne la localisation des entonnoirs, nous renvoyons d'une manière générale à notre carte, où nous avons con-
signé la plupart de ceux que nous avons observés.

Nous nous bornons ici à indiquer les principaux alignements ainsi que quelques entonnoirs particuliers.

Au S.E. de l'anticlinal de la Grande-Ronde, dans l'espace compris entre la voûte du Bathonien supérieur et les escarpements rocheux du Séquanien qui forment la Citadelle, on observe plusieurs alignements d'entonnoirs :

a) Le plus net marque la limite entre le Bathonien supérieur blanc et les marnes du Callovien inférieur. Les bancs calcaires du Bathonien, inclinés de 20 à 30 degrés, sont couverts de lapiés.

b) Quelques rares entonnoirs, petits et irréguliers, indiquent le contact des marnes du Callovien inférieur et de la Dalle nacrée ou Callovien moyen.

c) La limite de l'Argovien inférieur et de l'Argovien supérieur est jalonnée par une nouvelle série d'entonnoirs nombreux, mais petits.

d) Un autre alignement apparaît non loin du sommet de l'Argovien supérieur. Quelques-uns de ces entonnoirs livrent actuellement passage à des sources. La régularité de leur contour est alors altérée par la présence d'un exutoire.

Au N.W. de l'anticlinal bathonien de la Grande-Ronde, les entonnoirs sont petits et moins nombreux ; ils ne soulignent plus aussi nettement la succession et les limites des terrains précités. Ce faible développement des entonnoirs dans cette partie du flanc externe de l'anticlinal tient pour une part au fait que les couches y sont plus inclinées que dans le flanc interne dont il a été question plus haut.

A l'autre extrémité de notre segment d'anticlinal, aux environs et principalement au S. de la ferme de la Cornée, les entonnoirs sont si nombreux qu'il n'a pas été possible de les marquer tous sur la carte. Leur répartition paraît moins régulière qu'au S.E. du noyau bathonien des Rondes et leur alignement moins frappant. Il est vrai qu'ici, des plissements de détail viennent compliquer l'état du sous-sol (p. 265).

Quant au reste de notre territoire, notons encore la présence d'entonnoirs :

a) Dans le Séquanien, quand il s'y intercale un banc marneux. Par exemple, on peut suivre en plusieurs régions la limite des deux complexes du Séquanien grâce à des accidents de ce genre.

b) Dans la masse du Kiméridgien, nous avons à signaler quelques entonnoirs en forme de cuvettes irrégulières, situés au N. des Brazels, des Barthélemy et aussi de l'Ecrenaz, plus au N.E., hors les limites de notre carte. Chacun d'eux est situé au N.W.

d'un des crêts dus à la grande résistance de bancs calcaires du Kiméridgien supérieur. Le plus remarquable se voit à quelque 300 m. au S.E. du Pavillon (fig. 11). Il rappelle par sa forme certaines dolines.

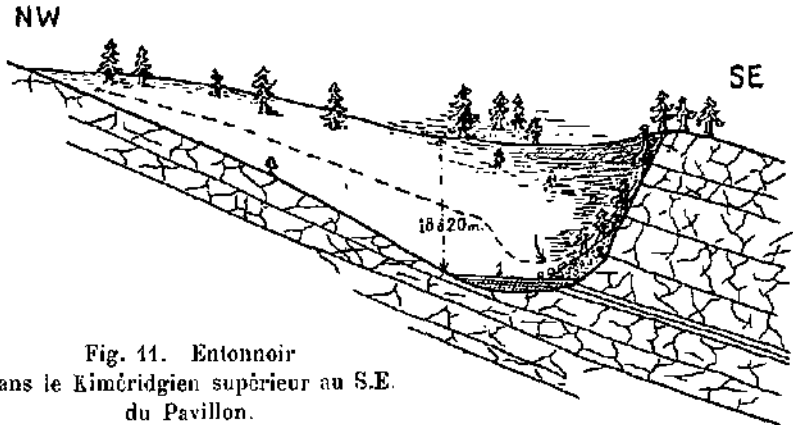


Fig. 11. Entonnoir dans le Kiméridgien supérieur au S.E. du Pavillon.

1 = Argile de décalcification. 2 = Eboulis. Trait discontinu : projection du bord S.W. de l'entonnoir. La flèche marque le site d'un exutoire temporaire.

c) Dans le Purbeckien et aux contacts de ce terrain avec le Portlandien et avec le Valanginien.

C'est ici le lieu de mentionner l'important et typique alignement d'entonnoirs qui jalonne le passage du Purbeckien dans la vallée de la Chaux (fig. 10). Ces entonnoirs se succèdent, il est vrai, à intervalles assez irréguliers. Ils se trouvent le plus souvent à la limite du Purbeckien et du Portlandien, parfois aussi dans l'épaisseur du Purbeckien et plus rarement au contact de ce dernier avec le Valanginien. Les dépressions qui forment cet alignement sont rarement circulaires ; leurs formes et leurs dimensions sont très diverses. Quelques-unes atteignent une cinquantaine de mètres dans leur plus grande dimension ; leur profondeur varie de 2 à 5 m. Toutes sont limitées par des pentes assez régulières aboutissant à un fond très souvent plat, parfois mamelonné, ou portant les traces d'autres entonnoirs plus petits. La topographie de ce fond est parfois compliquée par le travail d'un ruisseau temporaire qui s'échappe au contact du Purbeckien et du Valanginien, court au travers de l'entonnoir (fig. 12) et va se perdre à la limite du Purbeckien et du Portlandien. L'entonnoir peut être double ou triple, ou être formé par un système d'affaissements irréguliers occupant la largeur de la bande purbeckienne et se confondant peu à peu avec la topographie environnante.

Au N. de la tourbière de Bémont, les phénomènes de dissolution ont été favorisés par la présence d'acides organiques contenus dans l'eau qui s'échappe du marais.

Une bonne partie des entonnoirs de cet alignement purbeckien est habituellement à sec. Mais à l'époque des grandes pluies et à la fonte des neiges, on y voit de l'eau.

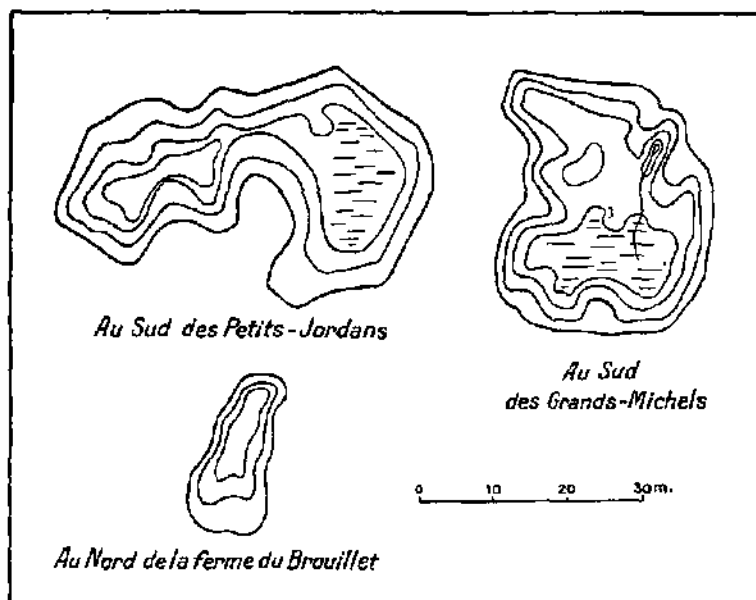


Fig. 12. Trois formes d'entonnoirs dans le Purbeckien de la vallée de la Chaux (en plan).

d) Dans la masse du Valanginien inférieur. Cette catégorie ne comprend que trois entonnoirs. Ils se trouvent tous trois dans le synclinal de la Chaux : deux près de l'Envers ; le troisième, qui contient de l'eau en permanence, au *é* de Bémont.

e) Au contact du Valanginien et de l'Hauterivien ; plusieurs de ces entonnoirs sont remplis d'eau en permanence.

f) Au contact du Crétacé et de la molasse marine (les Gars).

On peut, sous certains rapports et jusqu'à un certain point, rapprocher des phénomènes précédemment décrits quelques dépressions en forme d'entonnoir que nous croyons dues à des infiltrations et qui se manifestent non dans la roche en place, mais dans des terrains superficiels quaternaires formés d'un blocage calcaire, notamment dans le glaciaire jurassien.

De tels phénomènes nous paraissent, tout comme ceux qui ont leur siège dans la roche en place, mériter l'épithète de karstiques.

Un certain nombre de ces dépressions se rencontre dans le glaciaire jurassien des Prés-Rolliers et dans celui de la Sagnette. On en trouve quelques-unes au S. et au S.E. des Verrières (Pâturage de l'Envers, les Augets).

Emposieux. — Nous croyons devoir réserver le terme d'*emposieux* à des excavations karstiques verticales ou inclinées, conditionnées par des fissures tectoniques et dans lesquelles se produisent des pertes d'eau.

Dans la région, les emposieux ne sont pas toujours situés à la limite de deux terrains différents comme les entonnoirs, mais le plus souvent en plein calcaire (voir E. Desor, 26, p. 76). Trois de ces emposieux, assez petits et très rapprochés, sont situés en bordure du marais tourbeux au N.W. de Bémont, dont ils font le drainage. A cet endroit, les bancs du Valanginien inférieur plongent au S.E. plus fortement que les autres bancs constituant le fond de la vallée.

Après une période de grande pluie, lorsque les canaux souterrains sont engorgés, ces emposieux peuvent refouler de l'eau au lieu d'en absorber.

L'emposieu de Belle-Perche (les Verrières), plus grand que les précédents, est situé au voisinage du pli monoclinal mentionné ci-dessus (p. 252). Il reçoit par un ruisseau de quelques mètres de longueur les eaux de l'étang voisin. La force motrice de ce cours d'eau a longtemps été utilisée par un moulin.

4. Les gouffres.

Nous donnons au terme de *gouffre* le même sens que E. Fournier (149, p. 152). Ce sont des vides presque verticaux où « la composante verticale de creusement l'emporte sur la composante horizontale ». Les gouffres, en ce sens, correspondent à ce qu'on appelle ailleurs les *avens* ou puits naturels. Ils correspondent aussi aux « caves » ou « cavernes proprement dites » de E. Desor (26, p. 75). Il ne s'agit pas de *baumes* comme on les appelle couramment, mais à tort, dans la région, ce dernier terme devant être réservé aux grottes où prédomine le creusement horizontal. Les baumes ont d'ordinaire une ouverture large, un sol plat ou peu incliné (E. Desor, 26, p. 79). Nous n'avons pas rencontré dans notre territoire de cavité répondant à cette définition ; par contre, nous avons noté treize gouffres : deux sont situés dans le Bois-du-Veau, les onze autres dans la Forêt des Cornées. Dans cette dernière région, leur disposition présente un intérêt particulier. Ces gouffres, bien évolués ou encore à leur début, s'ouvrent presque tous dans les bancs inférieurs du Kiméridgien, au-dessous des marnes du Banné pour la plupart, et plusieurs entament les assises calcaires du Séquanien. Ils sont alignés presque régulièrement le long d'une bande assez étroite, sur l'anticlinal de la Forêt des Cornées, au faite et près du faite de la voûte ; les bancs calcaires y sont en général très faiblement inclinés.

L'état de fissuration de ces calcaires et l'absence de bancs marneux dans le voisinage immédiat contribuent à expliquer le nombre, la forme et la profondeur de ces cavités qui traversent toute une série d'assises. Quelques effondrements ont accentué les

vides en surface. Le rôle de l'érosion proprement dite, non kars-tique, est à peu près négligeable : jamais les eaux n'y pénètrent violemment. Parvenues au contact des bancs marneux du Séquanien et surtout de l'Argovien, les eaux doivent s'écouler, soit sous le synclinal des Verrières, soit, pour une moindre partie, sous celui de la Chaux.

La plupart de ces gouffres ont une forme régulière en étoil-gnoir ; d'autres n'ont qu'une partie de leurs parois en surplomb. On aboutit souvent au bord du gouffre proprement dit par un versant fortement incliné. Les parois présentent parfois des cannelures ou des pans de rocher instables. Les ouvertures varient quant à la forme et aux dimensions. La descente est impossible sans équipement spécial, aussi n'avons-nous pu entreprendre l'exploration de l'intérieur de ces puits. Les profondeurs que nous indiquons plus bas sont donc approximatives. La fig. 13 donne la position de ces accidents par rapport aux principaux chemins et leur répartition dans les divisions forestières. Voici la liste complète et la description sommaire des gouffres de notre territoire.

A. Dans les forêts communales des Verrières :

Le gouffre du *Piqueur* (point 1141), autrefois accessible, est actuellement obturé par un plafond en béton. Il s'ouvre dans les calcaires du Kiméridgien moyen, au-dessus des marnes du Banné : c'est la raison pour laquelle il ne présente pas l'à pic habituel. On y descendait par des pentes très fortes entrecoupées de paliers et aboutissant à une cheminée en cul-de-sac très étroite. La hauteur totale était de 56 m.

Le *Creux de Sibérie* et le gouffre du *Chenal*, situés de chaque côté du chemin de Chincul, profonds l'un d'une quarantaine, l'autre d'une cinquantaine de mètres, se ressemblent beaucoup par leur situation dans le même banc et par la forme de leur ouverture, sorte de fente élargie et presque rectangulaire.

Le gouffre de la *Chevillière*, moins profond, à ouverture presque circulaire, est situé dans le même alignement et s'ouvre dans un calcaire dénudé, intensément morcelé, fendillé, irrégulièrement divisé en dalles nombreuses.

Le gouffre de *Cavegnac*, profond d'une trentaine de mètres, est situé sur un petit crêt.

Le puits dit *Cuisine à Constant Guye*, de 10 m. de profondeur, est de toutes ces dépressions la plus irrégulière. On y descend facilement. Il s'est développé grâce à deux fissures entrecroisées dont la principale a 10 m. de longueur sur 3 m. de largeur. La neige s'y maintient jusqu'au cœur de l'été.

Le gouffre du *Cabri* a l'aspect d'un entonnoir qui se prolonge latéralement en une crevasse où se trouve l'ouverture proprement dite du gouffre. Sa situation est un peu à l'écart de l'alignement des gouffres précédemment décrits. Il s'ouvre dans les calcaires du Kiméridgien moyen et du Kiméridgien supérieur inclinés à 45 degrés.

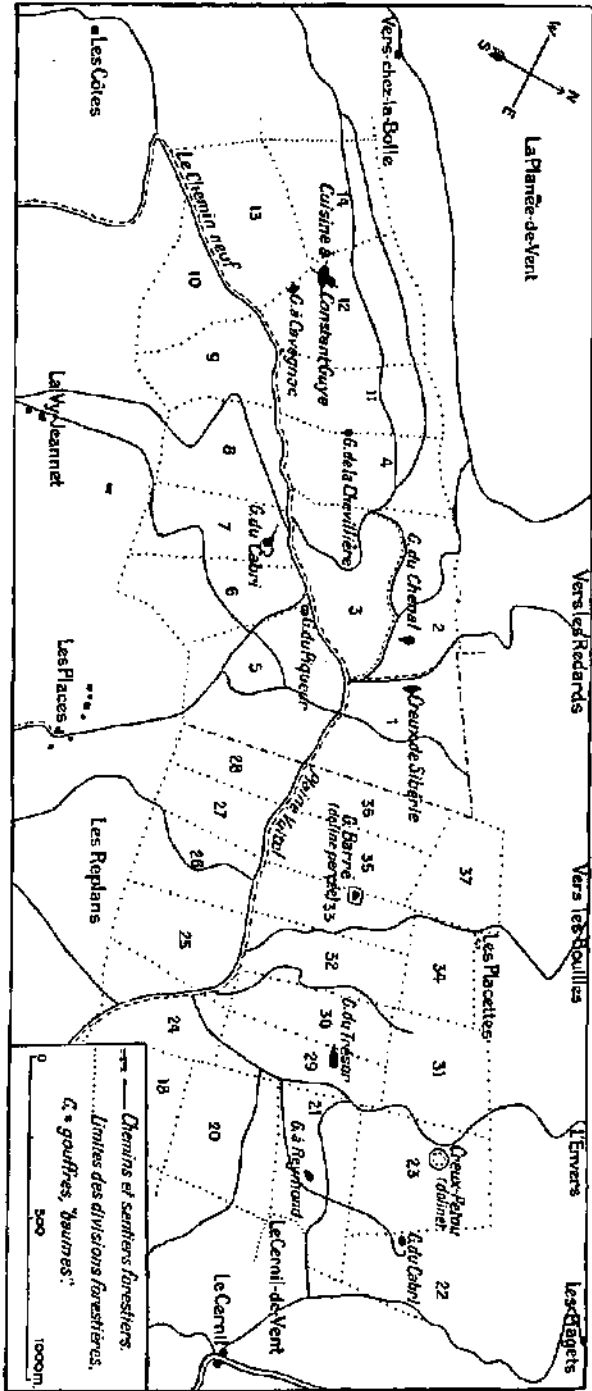


Fig. 13. Gouffres dits « baumes » de la Forêt des Cornées.

Les chiffres correspondent aux numéros des divisions forestières. 1 à 14 = Domaine forestier de la commune des Verrières. 18 à 37 = Domaine forestier de la commune des Bayards. Pour la clarté du dessin, nous avons figuré les ouvertures des gouffres un peu plus grandes que ne l'exige l'échelle.

B. Dans les forêts communales des Bayards :

On observe dans ces forêts deux gouffres particulièrement importants et profonds :

Le premier, qu'on appelle le *gouffre Barré*, et dont l'orifice irrégulier mesure de 3 à 4 m. d'ouverture, s'ouvre au fond d'une dépression ayant la forme d'un carré aux angles émoussés de 8 m. de côté, qui fait penser à une sorte de doline. On aurait ainsi affaire à une doline percée. La profondeur du gouffre atteint ou dépasse une centaine de mètres.

Le *gouffre du Cabri des Bayards*, véritable boyau vertical profond de 80 à 100 m., qui s'élargit un peu vers le bas ; son ouverture presque circulaire n'a que 0^m,70 de diamètre.

Ces deux derniers gouffres sont utilisés, depuis des générations, comme clos d'équarrissage communal. Cette coutume, contre laquelle des géologues ont protesté, présente des dangers en raison de la contamination toujours possible des eaux souterraines.

Dans les mêmes forêts, la « *Baume* » du *Trésor*, peu profonde, mérite à peine une mention ; son ouverture a l'aspect d'une fente élargie.

Le *puits Raymond* n'a qu'une profondeur de 6 m. Son ouverture est ovale ; son plancher est caché sous des débris effondrés. Nous le considérons comme un gouffre en voie de formation.

C. Dans le Bois-du-Veau,

sis au N.W. de la vallée de la Chaux :

Au bord du chemin des Michels à la Cornée se trouve un *gouffre* qui perce le Kiméridgien inférieur et les premières assises du Séquanien. C'est dans ce gouffre que sont jetés les cadavres des bestiaux qui périssent dans cette haute vallée.

Une diaclase élargie en *gouffre*, à parois grossièrement parallèles, de 8 m. de longueur, 2^m,50 de largeur et 3^m,50 de profondeur, dont le fond est envahi par la végétation, se trouve dans les calcaires faiblement inclinés du Kiméridgien au N.N.W. des Jordans.

5. La Grotte de Chez-le-Brandt.

Cette grotte est un des points où les infiltrations du voisinage viennent se rassembler. Elle a été mentionnée en 1834 par Gilliéron (5, p. 60). Située au S. des fermes du même nom, à environ 1 km. à l'E. de Chincul-dessus, elle s'ouvre dans des bancs calcaires peu inclinés de Séquanien supérieur. Cette ouverture, de forme grossièrement triangulaire, mesure 7 m. sur 2 m. environ. Elle donne accès à un puits dont la profondeur est de 9 à 10 m. De ce puits, on passe à une galerie peu inclinée de 235 m. de longueur, à direction générale N.N.W.-S.S.E., qui descend parallèlement au plongement des couches, lequel est d'environ 15 degrés. Au point où le puits passe à la galerie, il y a un talus d'éboulis.



Phot. Th. Delachaux.

Fig. 14. A l'intérieur de la grotte de Chez-le-Brant.
Remarquer les produits de désagrégation des parois marno-calcaires
et la forme curieuse d'un stalagmite.

La dénivellation entre l'entrée de la grotte et son point le plus bas est d'environ 46 m.

La galerie est assez régulière quant à la forme et à la direction. La plus grande largeur qu'on ait mesurée est 18^m,60^l. La hauteur est le plus souvent de quelques mètres. La galerie présente de distance en distance des passages plus étroits et surbaissés, mais toujours aisés à franchir, reliant des chambres assez spacieuses. Le plafond de la galerie coïncide dans une grande partie de sa surface avec le plan de stratification d'une même couche. Des parois latérales plus ou moins verticales, dont la base est cachée par des produits de désagrégation, le soutiennent. On relève d'ailleurs, dans le plafond, plusieurs niches d'éboulement (fig. 14). De nombreux blocs, dont quelques-uns sont très volumineux et dont la plupart sont anguleux, obstruent par places la galerie et en masquent la régularité (fig. 15). Le plancher de la galerie est comparable à un long plan incliné couvert par places d'un tuf calcaire concrétionné, et ailleurs d'une couche parfois épaisse de marne due au mélange de résidus de décalcification

¹ Les chiffres qui précèdent, relatifs aux dimensions de la galerie, sont dus à feu le Dr J. Jacot-Guillarmod, qui a fait les mensurations en 1917; ils nous ont été communiqués par M. M. Jacot-Guillarmod, vétérinaire aux Verrières, que nous avons le plaisir de remercier.



Phot. Th. Delechaux.

Fig. 15. Dans la grotte de Chez-le-Brandt.
Une niche d'effondrement.

avec les produits du délayage d'une couche marneuse fossilifère, qui affleure aux parois. La tranche de cette couche est sculptée en rigoles nombreuses et d'un curieux effet. Un ruisseau, qui tantôt s'étale sur toute la largeur de la galerie, tantôt coule dans un sillon collecteur, draine toutes les eaux d'infiltration, abondantes une ou deux heures après la pluie; il s'insinue, vers l'extrémité de la galerie, dans une dernière chambre peu étendue et très surbaissée, puis disparaît dans des fissures à peine visibles et apporte enfin son tribut à la source de la Reuse.

Des stalactites nombreux mais petits, de rares stalagmites plus volumineux et quelques colonnes courtes et massives ornent la galerie (fig. 14). Ces dépôts ne paraissent pas destinés à s'accroître rapidement, car les eaux s'écoulent en général trop vite.

La position, la direction et la forme de cette grotte ne sont pas le fait du hasard.

Remarquons d'abord que l'érosion a enlevé, au-dessus de la région, toute l'épaisseur du Portlandien et du Kiméridgien, sans parler des derniers bancs du Séquanien supérieur, et que notre grotte, en conséquence, est un appareil karstique privé de ses parties supérieures.

Les phases du développement de la grotte, et notamment de la galerie, semblent avoir été les suivantes :

1) Les bancs calcaires de la région qui forment aujourd'hui l'entrée et son voisinage, nettement fissurés, ont favorisé la pénétration de l'eau.

2) Le banc marneux précité, en arrêtant la descente des eaux, a localisé à sa face supérieure une nappe aquifère. Cette nappe, en dissolvant le calcaire surincombant, a donné la galerie et l'on comprend, dans ces conditions, que cette dernière soit généralement plus large que haute. L'eau de la nappe, qui s'écoule avec une inclinaison moyenne de 15 degrés, s'est creusé, par érosion normale, un lit dans la marne sous-jacente : on s'explique ainsi que cette dernière affleure maintenant sur les parois de la galerie. Quelques dalles calcaires provenant du plafond se sont éboulées et complètement ainsi, avec les marnes de remaniement et les tufs concrétionnés qui gisent à terre, la physiologie de la galerie.

D'après E. Rickenbach (161, p. 74), la grotte de Chez-le-Brandt, dans toute sa longueur, suivrait une faille. Malgré un examen minutieux des lieux, nous n'avons rien observé qui témoigne de l'existence de cet accident. L'hypothèse d'une faille ne nous paraît pas nécessaire pour expliquer l'origine de la grotte. Notons cependant qu'à quelque 20 m. au S.W. de notre grotte, on peut observer deux diaclases élargies dont l'aspect rappelle en beaucoup plus petit l'entrée de la grotte, dont elles représenteraient ainsi un stade moins évolué.

E. Desor (26, p. 83) considère la caverne de Chez-le-Brandt comme une « forme mixte ». Elle serait l'association d'une « cave » qui permet la descente presque verticale avec une « grotte » proprement dite, de faible inclinaison.

D'autres vides karstiques doivent exister dans le sous-sol de la région. Une érosion superficielle plus intense en mettrait à jour un grand nombre. Au cours de travaux qui ont eu lieu dans le tunnel du chemin de fer au Haut-de-la-Tour (partie N.E.), nous avons eu l'occasion d'observer un boyau qui s'ouvre dans le plafond et de là monte dans les calcaires du Kiméridgien redressés à près de 60 degrés. Ce boyau est aujourd'hui masqué par le revêtement en maçonnerie du tunnel et par une porte métallique.

6. Les bassins fermés.

Une des caractéristiques de notre territoire est le grand développement des bassins fermés, dont les uns sont installés dans de vastes synclinaux, tandis que les autres constituent des dépressions dont on ne peut encore dire si et dans quelle mesure des influences tectoniques passives ont concouru à déterminer leur localisation.

Ces bassins sont délimités par des seuils plus ou moins élevés. Dans le cas des bassins de dimension modeste, le seuil n'a parfois que quelques mètres de hauteur.

La Carte des bassins fermés du Jura suisse, dressée par

Ch. Jacot-Guillarmod (194), est le document le plus important sur la question. Pour autant qu'il s'agit de notre territoire, on relève sur cette carte neuf bassins fermés. Ce sont, suivant la numérotation et la nomenclature de Ch. Jacot-Guillarmod (in 148, p. 574-575) : 50, les Verrières. 51, Chez-Bovet (Mont des Verrières). 52, les Côtes des Verrières. 53, le Grand-Cernet. 54, les Petits-Bayards. 55, Bois-des-Jorats. 56, les Econduits. 57, la Prise-Fège (ce nom est celui d'une localité de la feuille de Fleurier, sur laquelle se prolonge ce bassin). 62, la Brévine (ce bassin dépasse de beaucoup les limites de notre territoire).

Chacun de ces bassins comprend une ou plusieurs « cuvettes » dont la profondeur varie de 1 (cuvette des Grands-Bayards) à 57 m. (cuvette de la Chaux d'Etaillères-la Chaux-du-Milieu).

Des neuf bassins précités, deux sont particulièrement importants, non seulement par leurs grandes dimensions, mais encore parce que chacun d'eux coïncide avec un synclinal, d'où il suit que l'influence tectonique passive est établie dans les deux cas.

Le bassin fermé de la Brévine est le plus vaste des deux grands bassins synclinaux précités. C'est aussi le bassin fermé le plus étendu du Jura après celui de la vallée de Joux (Vaud). Il couvre en Suisse 84,1 km² : sa superficie totale est un peu plus grande, car il s'étend encore en France sur un petit territoire situé à l'W. du Cerneux-Péquignot. Seule la partie sud-occidentale du bassin, c'est-à-dire la vallée de la Chaux, appartient à notre territoire. C'est dans ce bassin fermé que se trouvent la doline du Creux-Petou (p. 269) et le groupe de dolines de la Planée-de-Vent (forêt 1152, point 1119, etc.) (p. 270).

Le second des grands bassins synclinaux est le bassin fermé des Verrières. Il est compris tout entier dans notre carte. Sa superficie est de 13,6 km². Il s'y trouve cinq « cuvettes » de peu d'étendue. C'est dans ce bassin fermé qu'est située la doline percée au fond de laquelle s'ouvre le Gouffre Barré (p. 269 et 277). Il a dû occuper autrefois une plus grande longueur dans son synclinal, notamment à l'W., où il a perdu du terrain par suite de l'érosion régressive du ruisseau de la Morte.

Quant aux sept bassins fermés de dimension plus restreinte, nos observations ne suffisent pas encore à aborder avec fruit les problèmes qui peuvent se poser à propos des causes de leur localisation.

CHAPITRE II

Les sources et les cours d'eau.

1. Généralités.

Les phénomènes karstiques décrits dans le chapitre précédent n'ont pas l'ampleur de ceux qu'on rencontre dans d'autres régions calcaires extra-jurassiennes.

La répartition et la localisation de nos phénomènes montrent que la profondeur à laquelle se trouve le substratum imperméable des calcaires exerce une influence déterminée sur l'évolution karstique. En effet, la présence de niveaux marneux limite le développement en profondeur de ces phénomènes. D'autre part, les versants des vallées, dénudant par érosion normale le substratum, déterminent l'émergence de sources. Les cours d'eau issus de ces sources contribuent à leur tour à l'évolution du cycle d'érosion normale.

2. Des sources.

Il s'agit, en général, de sources faibles, qui jaillissent le plus souvent au fond des vallées. Elles sont alimentées par les nappes aquifères sous-jacentes aux quelques lambeaux du Crétacé et surtout aux grandes masses calcaires du Jurassique supérieur. La plus grande partie de notre territoire est sèche par suite de l'extension des bancs fissurés du Portlandien, du Kiméridgien et du Séquanien supérieur. L'étude des terrains filtrants (superficie, épaisseur, nature) et la connaissance de tous les niveaux imperméables où se font les émergences prennent une importance capitale dans nos hautes vallées où le manque d'eau se fait souvent sentir. Notons :

1) Qu'il n'existe dans tout notre territoire aucune source issue d'un terrain perméable permettant une filtration complète. Seule une partie des sources s'échappant des terrains glaciaires se présente dans des conditions assez favorables.

2) Que presque toutes nos sources sont des *exurgences* (E. Fournier, 151, p. 16), c'est-à-dire qu'elles proviennent, après absorption directe, sans parcours superficiel, de terrains calcaires fissurés, très perméables, ne constituant donc pas un filtre suffisant. La valeur hygiénique, de ces sources dépendra de la nature de la couverture et de la présence de zones de protection (forêts, régions inhabitées).

3) Que la nappe aquifère d'alimentation doit être très irrégulière ; l'imprégnation des calcaires varie selon leur nature chimique, leur porosité, leur capillarité, la répartition des fissures.

4) Que l'eau en profondeur est capable de sédimentation. Les produits de décalcification (argile), les impuretés entraînées par les eaux d'infiltration, ou des dépôts limoniteux peuvent dans certains cas obstruer les fissures ou même empêcher l'écoulement normal de l'eau. Pareille observation a été faite dans la galerie de recherche d'eau sur le territoire de la commune des Bayards (les Gars); au contact du Purbeckien supportant le Portlandien renversé, l'eau ne jaillit pas, mais s'échappe goutte à goutte (p. 247).

5) Que la plupart de nos sources sont calcaires ; les unes le sont très fortement, par exemple la source au N. de Chez-le-

Brandt, deux autres à la Petite-Ronde et une au S. de la Cornée ; il en est de même de l'eau qui circule dans la grotte de Chez-le-Brandt. Selon M. Ch. Godet (173, p. 29), certaines eaux contiendraient 14 à 16 cg. de CaO par litre. Quelques sources peu importantes, ayant comme réservoir le Valanginien, sont ferrugineuses. Il en est ainsi : de celle qui apparaît devant la ferme de la Jaigue, pour plusieurs venues jaillissant au fond des entonnoirs du Purbeckien dans la vallée de la Chaux ; d'une très faible émergence près de l'église de Meudon qu'on songeait autrefois à exploiter (23; 39) et de plusieurs filets qui s'échappent dans la galerie des Bayards (molasse marine).

Plusieurs échantillons d'eau prélevés dans les entonnoirs d'affaissement du Purbeckien n'ont donné à l'analyse, contrairement à nos premières suppositions, aucune trace de sulfate de chaux et de magnésie.

Les principaux horizons imperméables qui donnent lieu à la formation de sources sont, dans notre territoire :

- a) les intercalations marneuses du Bathonien moyen ;
- b) le sommet de l'Argovien ;
- c) quelques bancs marneux du Séquanien ;
- d) le Purbeckien en général ;
- e) quelques horizons marneux du Valanginien et surtout de l'Hauterivien ;
- f) la molasse marine ;
- g) enfin les dépôts quaternaires (glaciaire et éboulis) permettent l'emmagasinement de l'eau et sa sortie au contact d'un substratum imperméable.

3. Inventaire des principales sources.

a) **Sources bathoniennes.** — Nous n'indiquons ce niveau d'exurgence que pour mémoire, car au S.W. de la Grande-Ronde, seul endroit de notre territoire où affleure ce terrain, il n'existe aucune source véritable. On n'observe que quelques suintements, et seulement après une période de pluie, à la base des calcaires blancs du Bathonien supérieur. Ces derniers ne constituent d'ailleurs qu'un bassin d'alimentation très restreint, dont la partie la plus considérable est sur territoire français, où l'anticlinal est plus ouvert qu'en Suisse. Les suintements y sont plus abondants et se manifestent par quelques filets d'eau en pleine forêt.

b) **Les sources argoviennes** sont sans contredit les plus volumineuses et celles qui nous paraissent présenter les conditions hygiéniques les plus favorables de toute la région, d'autant plus qu'elles jaillissent loin de toute agglomération importante. Elles apparaissent le long de la dépression anticlinale des Rondes-la-Cornée et prennent presque toutes naissance au bas de l'abrupt séquanien bordant la dépression du côté S.E. Quoique les couches qui forment ce flanquement ne plongent pas dans le sens même

du versant, mais faiblement en sens opposé, nous les considérons comme formant, en partie du moins, le bassin d'alimentation principal de ces émergences. A ces eaux, qui remontent un plan incliné d'une dizaine de degrés, s'ajoutent celles qui s'échappent du champ collecteur constitué par les produits de l'altération superficielle de l'Argovien, auxquels se superposent les éboulis ou les dépôts glaciaires accumulés au pied du talus séquanien. Plusieurs de ces sources sortent au contact même du Séquanien et de l'Argovien ; d'autres semblent avoir abaissé peu à peu leur émergence et jaillissent en plein Argovien. Plus rarement, la sortie d'eau s'effectue près de la limite des deux sous-étages argoviens. Enfin, les entailles naturelles dues à l'érosion superficielle collectent les suintements qui abondent dans tout l'Argovien.

Nous avons noté plus de trente sources dans la dépression des Rondes-la Cornée ; quelques-unes sont captées, la plupart donnent naissance à des ruisseaux qui ont modelé le fond de cette dépression.

L'ensemble de nos sources argoviennes peut être réparti en quatre groupes principaux :

- 1) les sources des alentours de la ferme de la Cornée ;
- 2) celles qui jaillissent aux environs du chalet du Pâquier ;
- 3) celles de la Petite-Ronde ;
- 4) les sources surgissant vers la Grande-Ronde ; elles sont nombreuses grâce au fait que le pli est plus large et surtout plus enlaminé par l'érosion.

Notons que la petite source de la cote 1183, au N.E. des Prés-Rolliers, doit couler sur l'Argovien sous-jacent et avoir comme champ collecteur une partie des éboulis et peut-être quelques restes de glaciaire non observables sur la pente voisine. Le faible écoulement, au pied de la Côte-du-Cerf, s'alimente dans des dépôts glaciaires plus abondants mais irréguliers.

c) **Sources séquanienues.** — Elles sont beaucoup moins fréquentes que les sources argoviennes ; leur faible débit dépend d'un bassin d'alimentation très restreint et de niveaux marneux peu importants. Trois de ces sources forment un alignement assez curieux sur la côte Divois. Elles jaillissent en bordure de boutonnières peu marquées, qui ont percé le Séquanien supérieur et ont découvert très localement les premières marnes qui séparent ce niveau du Séquanien moyen. Ces sources rassemblent les eaux de la mince couverture calcaire, qui ne comprend dans ce cas que la base du Séquanien supérieur, situé plus au N. L'une alimente la ferme française de Germinand.

La petite sortie d'eau de la cote 1193, derrière la ferme du milieu de Chez-le-Brandt, n'est probablement que très superficielle. Son champ collecteur doit s'étendre dans la direction du point 1225 et être constitué par les produits de désagrégation superficielle.

A l'angle S.E. de notre carte, nous avons remarqué deux sources du Séquanien supérieur, autrefois plus abondantes. Le faible débit actuel provient vraisemblablement d'un captage insuffisant ou peut-être de la disparition des eaux en profondeur. La source au S. de Chez-le-Gros est due à l'affleurement d'un mince niveau à *Zeilleria humeralis*. Les mêmes marnes, auxquelles s'ajoute un important dépôt d'argile de décalcification (à moins qu'il ne s'agisse d'argiles glaciaires), ont permis, au S. de la ferme de Sur la Corbière, la sortie de quelques filets qui sont collectés dans une chambre d'eau.

Le *Kiméridgien* ne donne naissance à aucune source. Les intercalations marneuses y sont trop irrégulières, trop minces et trop grumeleuses ; d'ailleurs, le plongement des couches n'est nulle part favorable. Un essai de captage, dans la forêt au N. des Jordans, près d'un affleurement des marnes du Banné, n'a pas donné de résultat utile.

Il en est de même pour le *Portlandien*. Le point d'eau que l'on peut voir au N. du hameau des Places, capté à la faveur d'un banc plus marneux, est dû à quelques suintements superficiels auxquels s'ajoutent l'eau de pluie et celle de ruissellement au voisinage. Nous n'avons pas marqué ce point sur la carte.

d) Sources du Purbeckien. — Elles jaillissent presque toutes au bord de quelques-uns des entonnoirs observés dans le fond de la vallée de la Chaux (p. 272). Leur bassin d'alimentation est compris tout entier dans ce fond de vallée complètement découvert, donc dans une zone impossible à protéger contre les pollutions. D'ailleurs, ces eaux ne sont nulle part captées ; elles alimentent cependant quelques chambres d'eau à l'usage du bétail. Leur débit augmente sensiblement après quelques heures de pluie ; aussi les entonnoirs sont-ils parfois en partie submergés. Pour éviter une surcharge de la carte, nous n'avons pas noté ces sorties d'eau. Par contre, nous avons indiqué un suintement au contact du *Portlandien* renversé sur le *Purbeckien* aminci, au bord de la forêt de l'Envers dans la même vallée, ainsi qu'une source plus régulière dans le synclinal finissant des Verrières, à l'E., dans le Bois-du-Ruthlin.

La constitution du *Valanginien* ne favorise pas l'émergence de sources. Pourtant, nous en avons relevé une au Haut-de-la-Tour, près de la voie ferrée, mais au voisinage du glaciaire jurassien. Une autre source apparaît sous des traces d'éboulis un peu plus à l'E., dans la combe. Plusieurs filets d'eau ont été rencontrés dans la galerie de recherche d'eau des Gars, entre la Limonite et le *Valanginien* inférieur, ainsi que dans ce dernier terrain.

e) Sources hauteriviennes. — Le noyau du synclinal de la vallée de la Chaux comprend, comme nous l'avons dit, des marnes hauteriviennes, excellent niveau imperméable sur lequel sont renversés les bancs calcaires du *Valanginien*, du *Portlandien* et d'une

partie du Kiméridgien. Le Purbeckien laminé, lenticulé, parfois même complètement écrasé, n'est pas une cloison suffisant à limiter le champ collecteur des sources qui jaillissent à l'« envers » de la vallée. Les plus importantes sont celles de la Sauge, assez superficielles, puisqu'un seul jour de pluie modifie leur débit. Les dernières traces de l'Hauterivien inférieur permettent la sortie de la source de Chincul-dessous, abondante, ne tarissant jamais, diminuant à peine pendant les années à faibles précipitations.

C'est dans le vallon des Verrières, plus peuplé, que l'étude des sources prend une grande importance. Les émergences sont nombreuses, mais le plus souvent faibles. La tectonique spéciale du vallon complique l'analyse du bassin qui les alimente. Ici également, les marnes hauteriviennes forment niveau collecteur. Deux sources viennent sourdre à la base du crêt boisé de l'Hauterivien supérieur, au N. des Champs-Berthoud. L'eau emmagasinée dans les dernières crêtes morainiques qui butent contre la saillie 1010 doit aussi alimenter ces deux sources.

Quelques filets d'eau ont été captés au bas de la côte au N.N.W. des Verrières. L'Hauterivien ne collecte en cet endroit que des eaux très superficielles qui tarissent d'ailleurs rapidement. La source de la Vy-Perroud ou source du Combasson est la plus constante ; elle doit être l'émergence de quelques retenues d'eau du Valanginien supérieur et de lambeaux morainiques locaux.

De l'autre côté du vallon, au Pâturage de l'Envers, de toutes les sources observables, une seule, très régulière, s'échappe à la hauteur des marnes hauteriviennes supportant le Valanginien renversé. Quelques suintements ont été captés lors du forage de deux galeries de recherche d'eau à la Sagnette (galerie Müller et galerie Pinta).

f) **Sources de la molasse.** — Cet horizon joue un rôle dans l'hydrologie du vallon des Verrières. Constitué tantôt par des conglomérats ou des bancs sableux, tantôt par des grès ou des lits de marnes argileuses, il est un terrain aquifère, un réservoir, et renferme des niveaux favorables à l'émergence de petites sources seulement. Ces dernières sont nombreuses, surtout au S. du vallon, le long du Pâturage de l'Envers. Leur champ d'alimentation est limité par la présence d'autres bancs marneux (Hauterivien et Purbeckien) et leur débit est encore réduit par la descente en profondeur de la plus grande partie des eaux qui constituent l'apport du vallon à la Reuse. Les sources qui jaillissent de la Fin-de-Meudon jusqu'au-dessus des Gars sont toutes des sources de débordement et la plupart s'échappent entre la molasse et le Néocomien renversé. Le remplissage de ce bassin est rapide ; après quelques heures de pluie, les filets d'eau sont plus nombreux et plus abondants, toujours superficiels et sujets à la contamination. C'est à la Sagnette et aux Augets, au bord de la forêt, que vient déborder le trop plein des calcaires du Crétacé inférieur qui sert d'eau d'ali-

mentation au village des Verrières. La construction de deux galeries (Müller et Pinta) et de tranchées de drainage (les Augets) a permis d'en augmenter le débit. Aux eaux jaillissant du sous-sol se sont ajoutées celles provenant de la couche d'éboulis et des restes épars de moraines qui recouvrent le versant de la montagne. L'origine de ces dernières exurgences peut être considérée comme mixte. Leurs eaux seraient de qualité suffisante si elles étaient captées encore plus profondément et si la zone de protection était plus étendue et plus efficace.

L'écoulement de l'eau peut se faire aussi dans la molasse même, à la surface d'une couche plus marneuse. C'est ainsi qu'il faut expliquer les suintements captés aux environs du réservoir de la Fie, près du ruisseau la Morte, et dans la grande galerie de recherche d'eau des Bayards (les Gars).

Quelques sources (la Jeannerette et celle des Grands-Communs) jaillissent de l'autre côté du vallon en bordure S. du village des Verrières. L'eau doit s'écouler à la surface de la molasse cachée par du Quaternaire (restes possibles de glaciaire et terrains remaniés).

g) Sources des terrains glaciaires. — Les dépôts morainiques avec leur mélange de cailloutis, de graviers et de sables pénétrables aux eaux, leurs bancs d'argile et leurs boues glaciaires de retenue permettent l'apparition de plusieurs sources dont le débit dépend de l'étendue du bassin collecteur quaternaire et de la nature des terrains sous-jacents. La nappe aquifère ainsi emmagasinée est irrégulière et aucune conjecture n'est possible quant à sa répartition et à sa disposition exactes. Une nappe de ce genre alimente deux sources au pied de la moraine jurassienne des Placettes (vallée de la Chaux). Trois sources plus importantes jaillissent au N. du talus glaciaire de la Sagnette. Dans l'étendue du champ morainique des Bayards, nous avons noté quatre sources ; une cinquième, celle de la Vy-Jeannet, n'est qu'un simple suintement. Après de fortes pluies, les dépressions de cette couverture, parfois mince, se remplissent d'eau. La présence d'une nappe aquifère dans ce dépôt est attestée par de nombreux puits, abandonnés depuis l'installation de réservoirs (les Verrières, les Bayards).

Au fond du cirque de la Corbière existent trois sources principales dont la plus élevée se trouve encore sur notre territoire de recherches ; captée, elle alimente en eau potable les usines, la villa et la ferme de la Doux. Son champ collecteur est constitué par les moraines les plus récentes et par une partie du talus d'éboulis qui cache le pied de la paroi rocheuse du cirque.

Mentionnons enfin, à l'E. de la Maison-Blanche, à la limite du cône fluvioglacière (p. 235), une source assez faible, mais constante, marquant sans doute une régularité de dépôt plus grande que celle de la moraine pure.

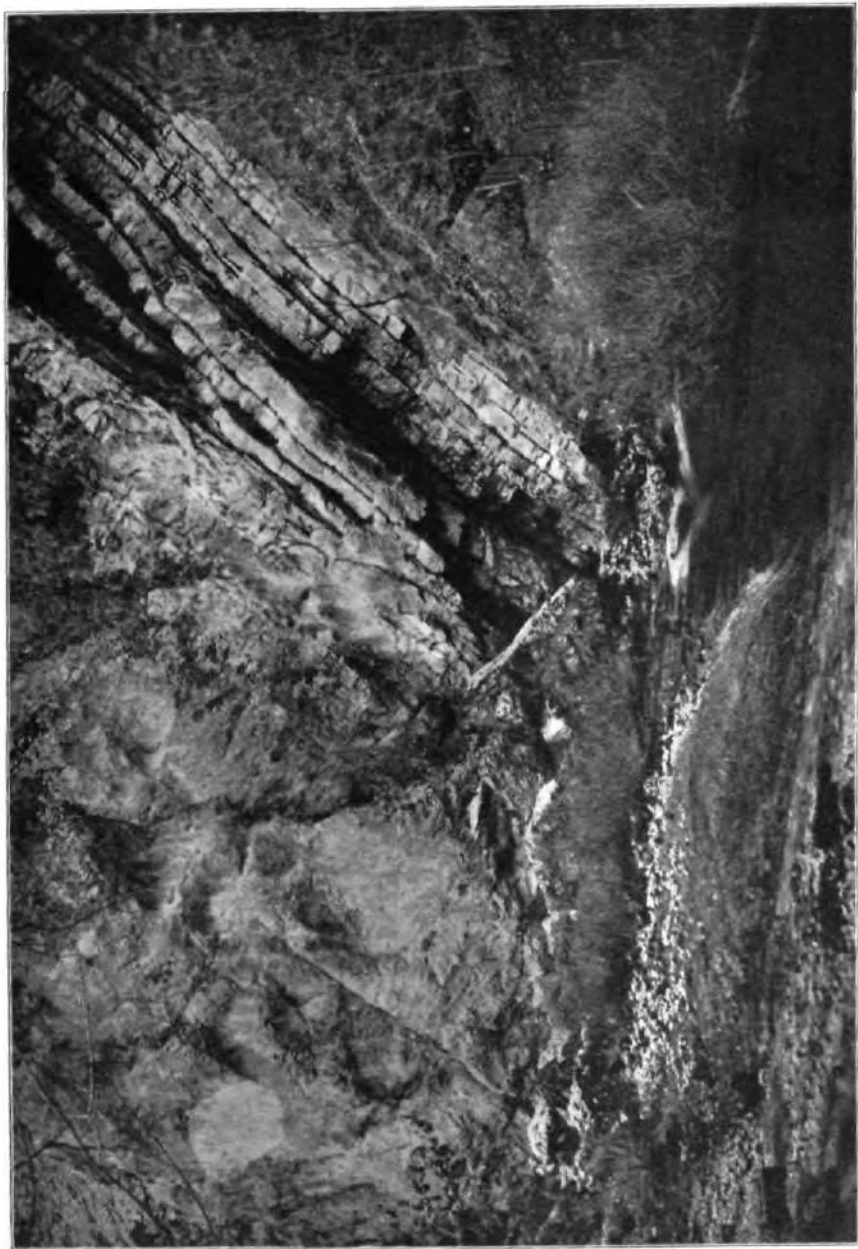
Quelques travaux assez importants de recherche d'eau ont été entrepris durant ces dernières années. La commune des Verrières a essayé d'améliorer ses captages, en quantité et en qualité, au voisinage d'anciennes galeries (à la Sagnette et aux Augets). La commune des Bayards, devenue agglomération rurale, a vu ses besoins d'eau augmenter ; elle a fait percer dans le synclinal, aux Gars, une galerie de plus de 400 m. de long, filtrant et drainant les nombreux filets d'eau qui jaillissent dans la molasse (molasse marine et calcaires d'eau douce) et quelque peu dans le Valaugiuien ; par contre, au contact du Purbeckien supportant le Portlandien, il n'a été rencontré aucune retenue d'eau importante (p. 282).

Par suite de modifications du régime hydrologique, conséquences d'un abaissement du niveau de base de nombreuses sources, plus d'une commune et plus d'un particulier ont été obligés, ces derniers temps, de refaire les anciens captages. Cette tendance des eaux à descendre est un phénomène général dans le Jura. De nombreux ravins actuellement à sec l'attestent aussi.

4. La source de la Reuse ou la Doux.

Située au N.W. du cirque de Saint-Sulpice, à l'altitude de 799 m., cette source est la plus importante de notre territoire. C'est une source vaclusienne, mais non une véritable résurgence, puisqu'une partie des eaux qui l'alimentent a été absorbée directement par le sol ; la quantité d'eau qui a coulé à la surface est relativement minime (H. Schardt, 106, p. 130). Cette source de fissure jaillit au pied d'un éperon rocheux constitué par des bancs du Séquanien supérieur (partie moyenne), inclinés de 45 à 55 degrés, appartenant au flanc N.W. de l'anticlinal non encore déversé de Trémalmont-Mont des Verrières. La source se trouve près de l'affleurement des marnes argoviennes. L'eau sourd au milieu d'un revêtement de cailloutis étalé devant l'éperon rocheux. Des points d'eau beaucoup moins importants se rencontrent un peu plus en aval, notamment au-dessous du barrage de l'usine de la Doux, près duquel la rivière coupe les bancs marno-calcaires du Séquanien inférieur. Lors des crues, l'eau s'échappe plus abondamment de la paroi séquanienne, par des joints de stratification que la dissolution karstique a élargis. Comme pour la plupart des sources vaclusiennes, l'émergence, d'abord plus élevée, a dû progressivement s'abaisser ; c'est, selon toute probabilité, vers le N.N.E. que devaient se trouver les anciennes sorties. La présence de talus d'éboulis, au pied de la côte très escarpée, empêche toute observation. Peu à peu, la source s'est déplacée le long de l'affleurement du contact de l'Argovien et du Séquanien pour atteindre son point actuel.

On distingue, grâce aux nombreux essais de coloration, trois branches principales, mais non complètement isolées, de la source



Phot. A. Joannet, févr. 1926.

Fig. 16. La source vauclusienne de la Reuse (la Doux) ; altitude 799 m.

Elle sourd au pied de la paroi calcaire, formée de Séquanien supérieur. A gauche, la branche occidentale. Au centre, dans l'anfractuosité, la branche moyenne, la plus importante. A droite, derrière le buisson, la branche orientale.

de la Reuse ; la branche occidentale est surtout formée par les eaux de la partie E. du vallon des Verrières ; la branche médiane, par celles de la vallée de la Chaux et du lac des Taillères ; la branche orientale, par celles de la région de la Brévine et de la Chaux-du-Milieu (H. Schardt, 106, p. 129 ; A. Jeannet, 162).

Le bassin collecteur de la Doux comprend, en effet, l'ensemble de ces divers territoires (106, p. 118-136).

Nous n'avons pas fait d'observations nouvelles sur la région tributaire de la Reuse et sur le cours souterrain de cette rivière. Une bonne partie de ce territoire est comprise dans l'étude de E. Rickenbach (161 ; 195). Nous nous contentons de résumer l'ensemble des faits acquis.

On a depuis longtemps supposé l'existence de relations entre le lac des Taillères, les divers entonnoirs et emposieux disséminés dans toute la vallée de la Brévine d'une part, et la source de la Reuse d'autre part. L. von Buch (2, 4), en particulier, soupçonnait déjà l'existence de rapports entre les entonnoirs de la vallée de la Brévine et la source de la Reuse. Plus tard, Desor, s'appuyant sur des expériences faites dans une région voisine, émet une opinion analogue (16, 26, p. 76). En 1884, A. Jaccard prouve, grâce à des conditions d'observation favorables, que les eaux du lac des Taillères apparaissent à la Doux ; il démontre que ce lac n'est pas seul à alimenter la Reuse dont le bassin de réception comprend la vallée de la Brévine et une partie du vallon des Verrières (44 ; 47 ; 51).

En 1900 et 1903, deux commissions nommées par le Conseil d'Etat neuchâtelois s'occupent du problème de la régularisation du débit de la source de la Reuse. A l'occasion de ces études, le prof. H. Schardt entreprend quelques essais précis de coloration, fait une étude de la région et arrive à fixer nettement les rapports de la Doux avec toute la vallée de la Brévine et la partie orientale du synclinal des Verrières (106, p. 118 ; 107 ; 113, p. 559).

Schardt constata ainsi que :

la fluorescéine introduite dans l'emposieu du Moulin-du-Lac (court émissaire du lac des Taillères), distant à vol d'oiseau de 6^{km},4 de la Doux, donne une coloration 299 ¹/₂ heures, soit 12 ¹/₂ jours plus tard (dénivellation 238 m.) ;

la fluorescéine jetée dans l'entonnoir de la scierie de l'Annetta, éloigné de près de 1^{km},5 de l'emposieu précédent, colore les eaux de la Doux 107 ¹/₂ heures plus tard ;

la coloration des eaux de l'emposieu du village de la Brévine s'observe à la Doux après 189 heures ;

l'essai fait à l'emposieu du Petit-Cachot, près de la Chaux-du-Milieu, donne des résultats à la Doux au bout de 66 heures. Les distances à vol d'oiseau de ces derniers points importants d'absorption des eaux à la source de la Reuse sont environ de 6^{km},2, 8^{km},7 et 12^{km},8.

Ces quatre emposieux ou entonnoirs principaux de la vallée de la Brévine out, à quelques mètres près, la même altitude (1040 m.) et sont situés en dehors de notre territoire de recherches. Ce fond de vallée a une allure très régulière et uniforme.

Il est intéressant de remarquer que les eaux qui jaillissent sur le versant français, en particulier au lieu-dit Derrière-le-Mont, au N. de l'Harmony qui joue le rôle d'écran, n'ont pas réagi lors de ces essais de coloration (E. Fournier, 120 bis). Ainsi les eaux d'infiltration de la vallée de la Brévine ne s'écoulent pas dans la direction du Doubs, mais nous croyons qu'il n'en a pas toujours été ainsi ; cet écoulement doit avoir existé avant la formation du cirque de Saint-Sulpice, soit par-dessus l'anticlinal de l'Harmony, soit par le sous-sol du vallon des Verrières.

Dans les expériences de H. Schardt, les eaux colorées à l'emposieu de Belle-Perche, à l'E. du village des Verrières (927 m. d'altitude), ont apparu 61 heures après à la Doux (trajet 4^{km},450, dénivellation 128 m.).

En juillet 1925, M. Martenet, directeur du service électrique de la ville de Neuchâtel, et M. A. Jeannet introduisent à nouveau de la fluorescéine dans l'émissaire du lac des Taillères ; c'est seulement après 140 heures que les eaux apparurent colorées à la source de la Reuse, surtout à la branche médiane (A. Jeannet, 163, p. 34).

Ces chiffres montrent que la circulation souterraine est irrégulière ; elle dépend de la nature des canaux d'écoulement, de leur état de remplissage et des conditions météorologiques existant au moment de l'expérience.

Notons enfin que si les eaux s'écoulent avec une certaine lenteur, la transmission du flux se fait plus rapidement ; 12 à 24 heures après un gros orage dans la vallée de la Brévine ou après le jeu de la vanne du Moulin-du-Lac, il se produit des crues caractéristiques à la Doux.

L'ensemble de ces expériences, ainsi que l'étude stratigraphique et tectonique de la région, ont permis de délimiter le bassin de réception de la source de la Reuse (188). Ce bassin comprend : 1) tout le synclinal de la Brévine et son prolongement, la vallée de la Chaux ; 2) le versant S.E. de l'anticlinal la Citadelle-l'Harmony, bien qu'une partie des eaux tombées près de l'arête aillent au Doubs (voir p. 283) ; 3) tout l'anticlinal de la Forêt des Cornées-les Fontenettes ; 4) le segment oriental du vallon des Verrières ; 5) le versant N.W. de l'anticlinal Trémalmont-Saint-Sulpice-Mont des Verrières. Dans la région 4), la ligne de partage des eaux entre la Reuse et le Doubs se confond presque, en surface, avec la route du Mont des Verrières, à l'Envers, lieu où celle-ci traverse le fond du vallon. En profondeur, la surface limitante des deux bassins se déplace au profit du champ collecteur de la Reuse ; elle se rapproche de la frontière politique plus à l'W. et pourrait même la dépasser dans cette direction. Le cours souterrain qui draine

une partie des eaux de la région, cours dont le niveau de base se confond avec la Doux voisine, étend son bassin de réception plus activement que le cours qui draine en profondeur les eaux de la partie occidentale, française, du vallon ; l'émergence de ce dernier est plus lointaine.

La zone tributaire de la source de la Reuse aurait, selon le professeur H. Schardt, une superficie de 140 km² (106, p. 131 ; 188).

C'est par la jonction de plusieurs canaux principaux du drainage souterrain que la Reuse devient l'émissaire des eaux d'infiltration de tout ce territoire. Le complexe argovien fonctionne comme fond étanche et permet la concentration, la circulation et l'écoulement de l'eau.

Quel parcours l'eau suit-elle avant d'arriver à la Reuse ? Les observations sont encore insuffisantes pour répondre avec certitude. C'est par la multiplicité et la simultanéité d'expériences de coloration, de mesures de température et éventuellement de mesures de dureté de l'eau, qu'il sera possible de supposer le cheminement des eaux souterraines et leur réunion possible avant l'émergence générale. Leur cours très irrégulier et compliqué doit comprendre un certain nombre de fissures, de réseaux capillaires secondaires, de galeries dont les unes peuvent probablement fonctionner comme siphons, de cavités, de réservoirs d'accumulation transmetteurs des pressions du liquide.

Il nous paraît certain, après l'examen du territoire et en tenant compte de l'allure de la surface de l'Argovien :

Qu'un cours d'eau souterrain circule sous le prolongement oriental du synclinal des Verrières et aboutit vers le bas du Bois-du-Ruthlin où doivent se concentrer en profondeur une bonne partie des eaux du bassin récepteur avant de déborder par-dessus le seuil argovien.

Que les eaux drainées dans la vallée de la Chaux s'accumulent dans la partie basse du synclinal comprise entre Bémont et le N.E. du village de la Brévine, déterminant ainsi une nappe souterraine où aboutissent toutes les infiltrations de la région ; le niveau hydrostatique de cette nappe varie suivant les saisons.

Que le lac des Taillères d'origine glaciaire (A. Jeannet, 157, p. 207 ; 163, p. 19), alimenté par quelques ruisseaux superficiels (parmi lesquels celui des Placettes récemment détourné), par une demi-douzaine de sources ainsi que par de nombreux suintements de la moraine jurassienne du voisinage et des dépôts tourbeux, forme un bassin d'accumulation plus ou moins indépendant.

Que toutes les eaux de la vallée de la Brévine passent par-dessus l'anticlinal des Fontenettes, une partie d'entre elles venant confluer, en atteignant l'amorce du synclinal des Verrières, avec les eaux qui proviennent du vallon du même nom.

Que la traversée de l'anticlinal des Fontenettes doit se faire par un ou plusieurs ensellements de détail. D'après E. Ricken-

bach (161, p. 69), il existerait, sous le Bois-de-l'Halle, un col de la surface de l'Argovien inférieur à 1040 m., altitude moyenne des principaux centres de concentration des eaux de la vallée de la Brévine, col qui permettrait l'écoulement de l'eau au travers de l'anticlinal. Mais il ne nous paraît guère possible de concevoir un passage à l'W. de la route du Cernil ; les eaux de la haute vallée de la Chaux sont d'abord sollicitées à gagner le fond même du synclinal.

Débit de la source de la Reuse. — Comme pour toutes les sources vaclusiennes, ce débit est extrêmement variable. D'après H. Schardt (106, p. 133-136), qui a utilisé les nombreuses jauges de A. Ferrier, de l'Usine de la Doux, le débit minimum est compris entre 300 et 400 litres-seconde. Dans les années sèches, ce minimum tombe à 200 litres-seconde, très exceptionnellement à 180 litres-seconde. Le débit moyen varie entre 3500 et 4000 litres-seconde. Le maximum normal oscille aux environs de 40,000 litres-seconde ; mais au printemps de 1896, il a été de près de 100,000 litres-seconde. En 24 heures, le débit de la Reuse peut centupler.

Depuis longtemps, il était question d'apporter des corrections à un régime aussi torrentiel qui nuisait aux intérêts des usiniers de la Reuse. C'est pendant les années 1925 à 1927 que le problème a été résolu, en faisant du lac des Taillères un bassin d'accumulation. A cet effet, un barrage de retenue a été construit au Moulin-du-Lac, où se trouve l'émissaire qui conduit les eaux dans un emposieu. On a cherché ainsi à rétablir un niveau plus élevé du lac, autrefois atteint, comme l'a fort bien remarqué et prouvé A. Jeannet (157, p. 207-208 ; 163, p. 19-24 ; 29-36), puis abandonné par suite d'un abaissement du déversoir. Le barrage actuel a permis de réaliser la première étape des travaux prévus. Le niveau du lac, dont la cote moyenne était de 1035^m,45, a été porté à 1039^m,50. Sa capacité, qui était en moyenne de 1,200,000 m³, atteint 2,215,000 m³. On peut ainsi, dans les périodes d'étiage (M. Martenet, 156, p. 204), augmenter le débit de la Reuse de 400 litres-seconde pendant 64 jours. Le fond nouveau s'est montré suffisamment étanche pour retenir les eaux ; les petits glissements observés pendant la construction du barrage et l'établissement du canal de départ ont mis à jour de la craie lacustre prouvant une extension ancienne plus grande du lac.

Une surélévation du barrage permettra de réaliser la deuxième étape du projet et d'atteindre en tout cas le niveau naturel ancien de 1041^m,50. La capacité du lac sera alors de 3,130,000 m³ et l'augmentation du débit de la Reuse de 400 litres-seconde pendant 90 jours. On pourra donc, par cette accumulation, régulariser le débit aux diverses saisons.

5. Les cours d'eau.

La Reuse. — L'importance de la source de la Reuse est due à la profondeur du cirque d'érosion de Saint-Sulpice, profondeur qui

a permis à cette source de drainer un réseau souterrain de plus en plus considérable. La Reuse prend naissance au fond N.W. de cette dépression, la traverse à peu près suivant l'un de ses diamètres long de plus de 2 km. Elle coule, d'abord resserrée, entre un talus d'éboulis et des accumulations morainiques remaniées cachant le sous-sol argovien qui affleure un peu plus en aval, traverse une étroite plaine alluviale en formant un certain nombre de méandres, coupe le noyan anticlinal de Dalle nacrée et sort du cirque par la profonde échancrure ou demi-cluse du Pont de la Roche, faillée dans les bancs redressés du Jurassique supérieur. La rivière passe ensuite dans le synclinal à fond presque plat du Val-de-Travers. On peut observer dans le village de Saint-Sulpice d'anciens méandres.

Le petit ruisseau de Belle-Perche, dans le vallon des Verrières, n'est long que de 300 mètres ; il draine les eaux de la tourbière voisine ainsi que les suintements du pied de la moraine de la Sagnette, va se jeter comme en hésitant dans un étang, puis se perd dans l'empesieu de Belle-Perche.

Non loin de là, la Morte emporte au Doubs les eaux superficielles de la région. Elle doit son existence au sous-sol molassique suffisamment étanche. Elle collecte les eaux de plusieurs drains creusés dans un sol formé d'argile d'altération, de terreau tourbeux, et reçoit les eaux d'égouts du village. Quelques petits affluents, plus copieux à la fonte des neiges, lui arrivent de l'« endroit » du vallon, sillonné de plusieurs ravins disposés selon la ligne de plus grande pente. Ces ravins n'atteignent que rarement le sommet de la voûte ; ils sont la preuve d'une érosion autrefois plus intense. Ce sont les ravins de la Vy-Perroud, du Bas-des-Côtes, de Meudon, de la Combette et d'autres sur France.

La Morte, après un trajet de 2 km. sur territoire suisse, pénètre dans la partie française du synclinal qu'elle suit dans toute sa longueur en creusant son lit tantôt en pleine molasse, tantôt dans les diverses assises du Néocomien ou dans l'alluvion, s'étale dans la tourbière du Frambourg due à des argiles glaciaires, contourne l'éperon de Jurassique supérieur qui porte le fort de Joux et aboutit au Doubs.

Le ruisseau des Placettes (vallée de la Brévine) prend sa source (qui seule se trouve sur notre carte) dans la tourbière sise au S. de la route vers Bémont. Durant la dernière période interglaciaire (anté-wurmienne), il devait aller se jeter dans l'ancien lac des Taillères alors plus grand. Puis le glacier total jurassien recouvrant toute la partie septentrionale des Cottards a barré la route du cours d'eau vers le lac et l'a repoussé plus au N., en l'obligeant à s'écouler dans l'entonnoir de l'Annetta, formé dans le Purbeckien, au N.E. de Bémont. Le ruisseau des Placettes vient d'être détourné à nouveau ; il est dirigé par une conduite de grand diamètre dans le lac des Taillères agrandi.

Le cœur de l'anticlinal la Citadelle-le Mont du Cerf, qui entame l'Argovien, est beaucoup plus riche en eau courante.

Le ruisseau de la Cornée a son bassin de réception au voisinage de la ferme du même nom ; il comprend plusieurs branches qui prennent toutes naissance en plein Argovien. Très rapidement actif, ce ruisseau s'est creusé une gorge encombrée de produits éboulés et entraînés qui traverse le petit anticlinal rompu de Dalle nacrée ; n'ayant pu entamer le reste du jambage N.W. de l'anticlinal plus élevé, par suite d'un léger bombement axial (Mont du Cerf), le cours d'eau tourne brusquement vers l'E.N.E. à la limite des deux niveaux de l'Argovien ; il se dirige, toujours plus encaissé, vers la frontière et reçoit en France plusieurs affluents conséquents. Alors plus volumineux, il mord peu à peu les bancs séquanien, traverse tout le reste du versant de l'anticlinal et débouche vers la Grand-Combe, dans la partie S.W. du large synclinal de Morteau, après un trajet de 11 à 12 km.

Le col du haut des Prés-Rolliers sert de ligne de partage des eaux entre le bassin du ruisseau de la Cornée et celui du Bied du Pâquier, plus au S.W. Ces deux ruisseaux sont des affluents du Doubs, mais vont s'y jeter à 25 km. environ l'un de l'autre. Des phénomènes de capture semblent devoir se produire vers ce col en faveur du ruisseau de la Cornée plus actif. Ainsi, la source vers le point 1183 nous paraît avoir été captée au détriment du Bied du Pâquier.

Le Bied du Pâquier ne suit pas l'axe même de la vallée anticlinale ; il est rejeté au pied du flanquement N.W. du pli déjeté qu'il longe sur 1 km., tout en drainant les nombreux ruisseaux qui ont modelé ce fond de vallée et dont le groupement tient à la nature de la roche sous-jacente ainsi qu'à son état de perméabilité. Puis, comme le ruisseau de la Petite-Ronde, il coupe dès la frontière, à la faveur d'une plongée axiale, la barrière rochense formée par les bancs du Séquanien. D'abord indépendants, les deux cours d'eau deviennent confluents, entaillent les dernières assises du Jurassique supérieur et vont déboucher dans le synclinal des Alliés, sur territoire français, où ils se jettent dans le Bief des Lavaux, affluent du Doubs à Pontarlier.

Le ruisseau de la Grande-Ronde. — Les différentes branches de ce ruisseau prennent naissance non loin de l'endroit où la vallée anticlinale commence à se diviser en deux combes. Il a profondément creusé son sillon dans l'Argovien redressé.

C'est à la demi-cluse des Entreportes, en France, que le ruisseau de la Grande-Ronde quitte brusquement l'anticlinal du Larmont pour pénétrer dans le synclinal des Alliés et y rejoindre le Bief des Lavaux.

L'abondante sortie d'eau à la cote 1122 (au S. de la Grande-Ronde) donne naissance à un petit ruisseau qui a scié le crêt d'Argovien inférieur et de Dalle nacrée. Ce ruisseau a dû autrefois, lorsqu'il était plus volumineux, traverser la terminaison périldi-

nale de l'anticlinal dans le Bathonien et ouvrir cette clusette, qu'il devait abandonner plus tard. Tout le cours inférieur de ce ruisseau a été absorbé au profit des eaux souterraines ; le cours amputé inonde actuellement une partie du replat formé par le Calcaire roux sableux, puis atteint le crêt de « Pierre blanche », au contact duquel il se perd en profondeur. Au surplus, l'homme a élargi la clusette, qu'emprunte aujourd'hui l'un des chemins conduisant au hameau de la Grande-Ronde.

CHAPITRE III

Sur la morphogénie du cirque de Saint-Sulpice.

Cette forme orographique est une des plus curieuses et des plus intéressantes de toute la région. Quoiqu'une partie seulement du cirque se trouve sur la feuille des Verrières, nous l'avons parcouru en tous sens. C'est une vaste boutonnière d'érosion, un cirque complet, creusé dans l'anticlinal surbaissé de Trémalmont-Mont des Verrières, à l'endroit où ce dernier présente sa largeur minimale entre le synclinal du Val-de-Travers et celui des Verrières. Il mesure 2^{km},75 sur 2^{km},25 et sa plus grande profondeur est voisine de 400 m.

Trois actions nous paraissent avoir contribué à la formation de cette excavation assez régulière :

- 1) l'érosion régressive d'un premier cours d'eau superficiel ;
- 2) le travail de dissolution des eaux souterraines et leur activité mécanique surtout au point de sortie ;
- 3) l'érosion glaciaire.

Trois conditions ont guidé l'évolution du phénomène :

1) la présence de grandes masses calcaires, et notamment des calcaires du Jurassique supérieur (du Séquanien supérieur au Portlandien), favorables à l'infiltration ;

2) la présence en profondeur de niveaux imperméables ;

3) la forme surbaissée et régulière de la voûte, ainsi qu'un ensellement du pli.

A l'origine, un ruisseau conséquent s'est formé à la surface structurale, au-dessus de ce qui est maintenant le défilé du Pont de la Roche. Il n'est pas impossible qu'une faille de peu d'importance ait contribué à amorcer ce premier tracé. Rapide et actif, ce torrent embryonnaire affouilla et étendit son bassin de réception par érosion régressive (*première phase*).

Quand la molasse, le Crétacé et le Portlandien eurent été débilités, cette boutonnière d'érosion atteignit, dans la région de la clef de voûte, d'abord les bancs marneux du Kiméridgien inférieur (marnes du Banné), puis ceux du Séquanien moyen et du Séquanien inférieur, plus favorables aux sorties d'eau. Ces eaux d'infil-

tration purent ainsi s'échapper et ajoutèrent leur action à celle des eaux de surface. Mais c'est surtout au contact de l'Argovien marneux que les sorties d'eau devinrent plus abondantes et capables de saper aussi peu à peu la base de l'épaisse couverture calcaire, de modeler des saillies surplombantes et d'en provoquer la chute. Les marnes sous-jacentes furent décapées en pentes plus douces (*deuxième phase*).

Le cirque, en s'approfondissant, s'étendit, abaissa le seuil qui le séparait du synclinal des Parcs et annexa un réseau hydrographique superficiel et souterrain de plus en plus considérable. Du réseau souterrain naquit la Doux, d'abord peu volumineuse, mais dont le débit augmentait à mesure que son point de sortie descendait. Elle évida peu à peu la niche au fond de laquelle elle sort actuellement et qui se greffait sur l'ensemble du cirque (*troisième phase*).

Entre temps, les phénomènes glaciaires ont contribué à augmenter, mais plus faiblement, l'excavation (H. Schardt, 115, p. 262). Du côté de la Corbière s'est encore produit un recul de la paroi rocheuse, sous l'action combinée des variations de température et de l'eau de fusion. L'abondante accumulation des débris morainiques laissés par le glacier du Rhône et les glaciers locaux, ainsi que l'étendue des talus d'éboulis, protègent actuellement cette partie de la dépression contre un nouveau travail des eaux. D'ailleurs, les sources argoviennes sont plus réduites, le plongement des couches étant moins favorable. D'autre part, l'érosion de la surface est plus modérée sur le versant droit de la Reuse que sur le versant gauche ; l'érosion régressive y est moins intense. Les sources qui y jaillissent s'alimentent surtout dans les dépôts glaciaires. Cette partie du cirque paraît être arrivée à un état de maturité assez avancé (*quatrième phase*).

Il n'en est pas de même aux Prélaz, en face, où l'œuvre de destruction continue. Plusieurs sources s'échappent encore au contact de l'Argovien et du Séquanien grâce à une légère plongée des bancs du sommet de la voûte vers le centre du cirque.

Le développement du cirque a favorisé la formation du couloir étroit et actuellement à sec qui conduit de la Doux vers le Haut-de-la-Tour ; ce couloir était certainement l'émissaire superficiel des eaux d'une partie du haut vallon des Verrières. On peut encore observer, après les très fortes chutes de pluie, vers le bas du défilé, les traces d'un cours d'eau qui a remanié et légèrement entaillé la moraine alpine.

L'irrégularité du cirque vers le Cul de la Chenau serait due, selon nous, à la présence de la petite faille relevée par E. Rickenbach (195).

QUATRIÈME PARTIE

QUELQUES REMARQUES SUR L'OROGRAPHIE DU JURA

Dans le long intervalle qui s'est écoulé entre le retrait de la mer crétacée et la transgression burdigalienne, des plissements précurseurs ont esquissé le tracé des ondulations du Jura. Les relations que nous avons constatées entre les derniers bancs de l'Hauterivien supérieur et les premiers dépôts transgressifs de la molasse marine (fig. 3) attestent pour le moins des mouvements précurseurs. D'autre part, la présence de nombreux galets, la plupart d'origine jurassienne, et de lits de fossiles plus ou moins triturés dans les sédiments du Burdigalien supérieur, lesquels reposent sur la surface ravinée du Crétacé, parle en faveur de terres émergées ou en voie d'émergence dans le voisinage (p. 215).

Le plissement principal du Jura s'est produit après le dépôt de la molasse d'eau douce supérieure. Nous avons vu que la molasse marine et surtout les calcaires marneux et les marnes tortoniens du vallon des Verrières ont été plissés avec les masses sous-jacentes et même renversés (p. 217, 248, 250).

Les plis jurassiens ainsi formés, soumis dès leur surrection à l'action prolongée de l'érosion subaérienne, ont été plus ou moins profondément entamés et plus tard réduits, par larges surfaces, à l'état de pénéplaine.

Les environs des Verrières font partie de la zone de transition qui sépare la région des chaînons anticlinaux bien exprimés de ce que Ed. Brückner a appelé le « plateau jurassien à couches plissées » (« der plateauformige Faltenjura ») (103; 123, Bd. II, p. 475). Ils n'ont que peu de cette topographie vigoureuse, de cet horizon plus mouvementé des chaînons fortement rajournis qui forment la bordure interne du Jura et dont un bon exemple est fourni par le Chasseron, situé un peu plus au S. Ils n'appartiennent pas encore complètement à la zone plus externe, celle qui prend ses traits caractéristiques dans le Jura français, et dont les saillies plus émousées, la ligne d'horizon plus tranquille accusent de vastes surfaces de dénudation. Si le relief des environs des Verrières frappe par ses formes atténuées, il est loin cependant



Phot. G. Muhlethaler.

Fig. 17. Aspects de la pénoplane pliocène du Jura.

Vue prise de Sur la Corbière vers le N.E. Derrière le rideau de sapins, le cirque de Saint-Sulpice, dont le versant opposé, en grande partie marqué, dans la mesure où il est visible, par des forêts, montre, notamment à gauche et au milieu, des conches inclinées tronquées par la surface sénile. Au loin, dans les pâturages, vastes surfaces topographiques âgées.

d'avoir l'aspect d'un vieux territoire. Il tient le milieu entre les deux types morphologiques qui prennent tout leur caractère au S.E. et au N.W. de notre région.

Le relief de notre territoire est conforme au plissement : aux régions basses correspondent les synclinaux, aux parties élevées les anticlinaux ; il est vrai que la forte perméabilité des terrains calcaires a diminué l'attaque des versants en favorisant l'infiltration. D'autre part, on peut observer les restes évidents d'une surface sénile. Certains plis paraissent tranchés par cette surface, qui doit dater du Pliocène. Il est possible de relever dans l'ensemble les traces d'un nouveau cycle d'érosion (creusement du cirque de Saint-Sulpice), dû à un plissement tardif qui a provoqué un rajeunissement de la morphologie.

Il ne nous appartient pas d'analyser cette partie de l'histoire du Jura et de décider si cette chaîne a évolué en deux phases distinctes comme E. Brückner (103; 123, Bd. II, p. 477-478) l'a supposé, ou si son ondulation a été ininterrompue comme le croit F. Macháček (111, p. 57), ou si elle a joué de la manière conçue par Emile Argand (144, p. 26-27). Il nous paraît assez probable, comme l'a affirmé ce dernier auteur, qu'une compression latérale

d'origine alpine, manifestée essentiellement par un plissement et datant de la seconde moitié du Pliocène ainsi que des premiers temps quaternaires, a déterminé l'exhaussement plus marqué de la partie interne du Jura, plus exposée à l'effort, et a, du même coup, entraîné un relèvement plus modéré du reste de la chaîne.

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'on peut observer, dans notre territoire, la coexistence d'une topographie nouvelle emboîtée dans une topographie plus ancienne. Le cirque de Saint-Sulpice et la région environnante en sont une preuve manifeste.

Manuscrit reçu le 23 novembre 1931.

Dernières épreuves corrigées le 18 juin 1932.

VALLON DES VERRIÈRES et la CHAUX

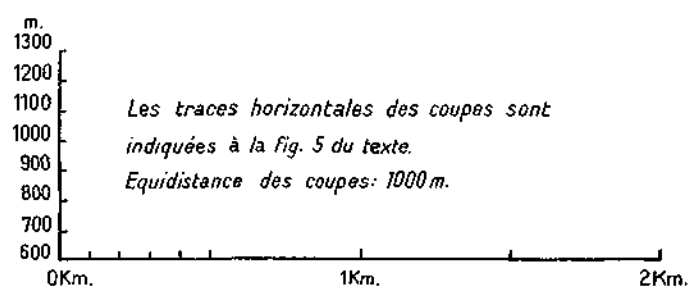
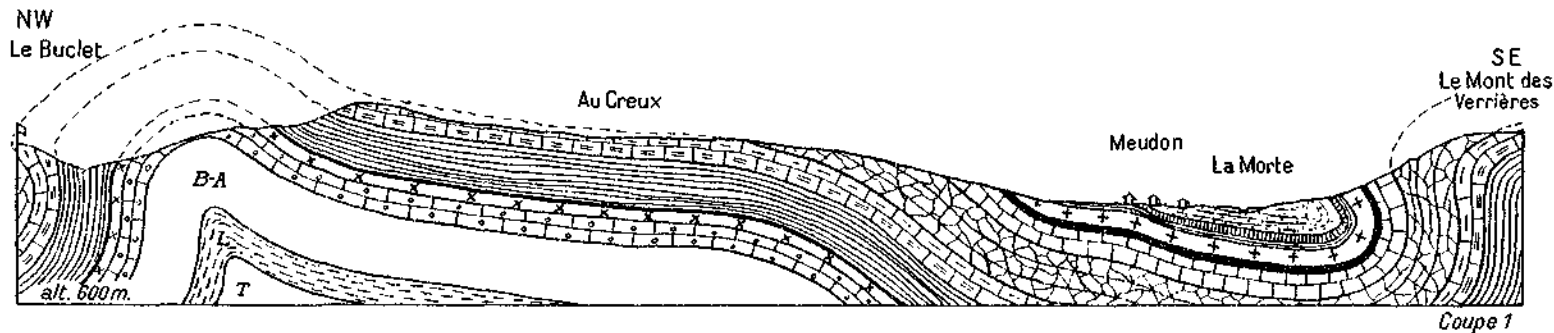
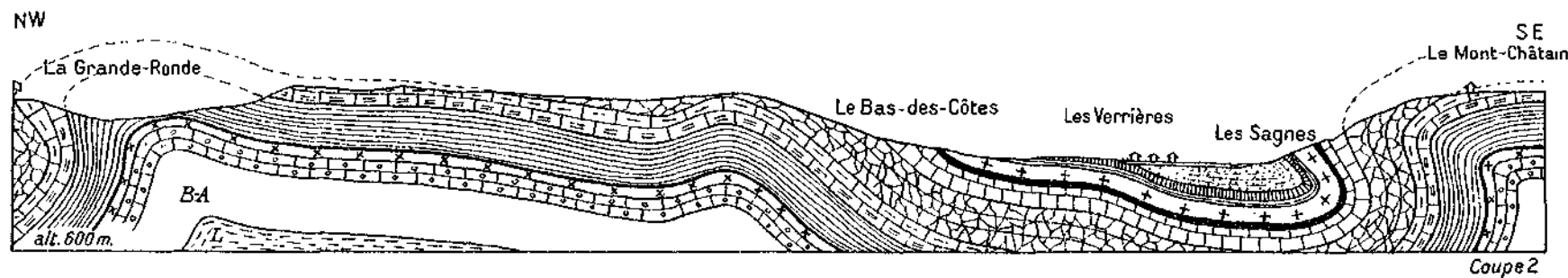
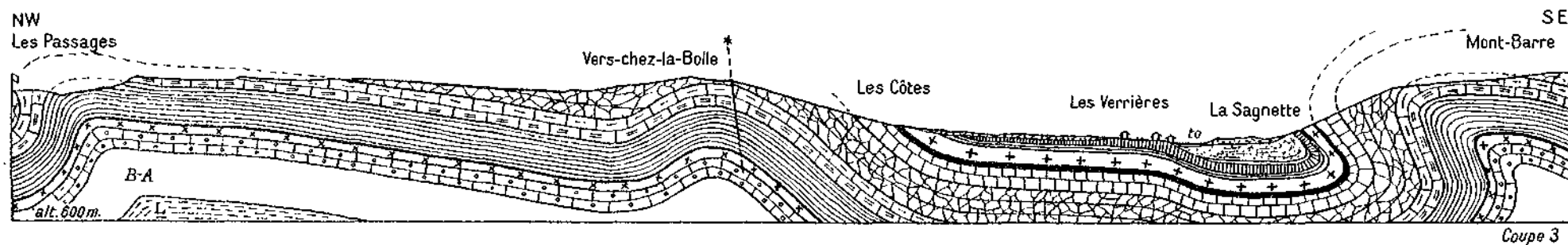
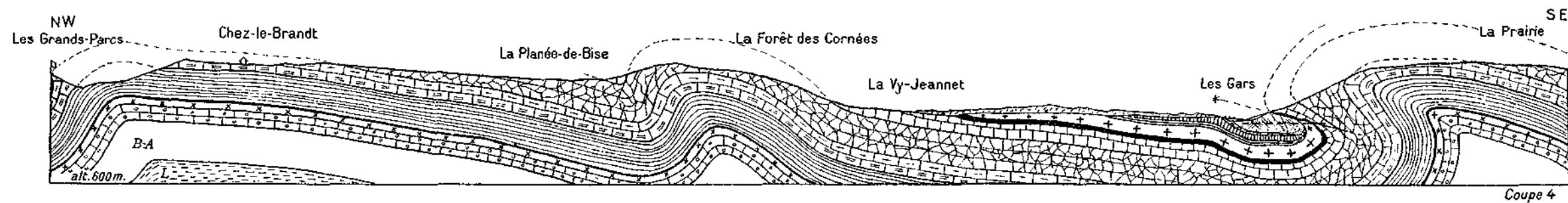
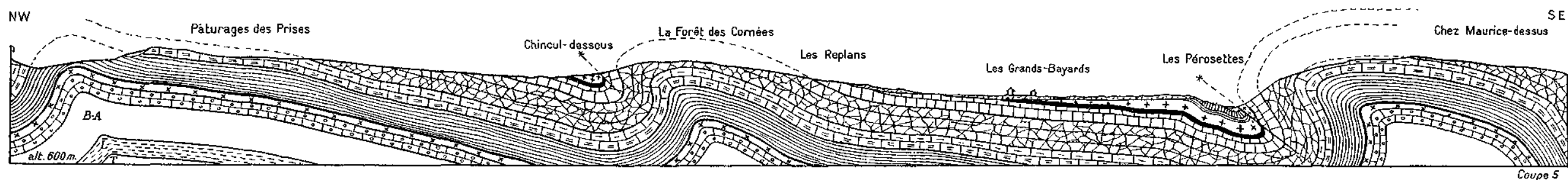
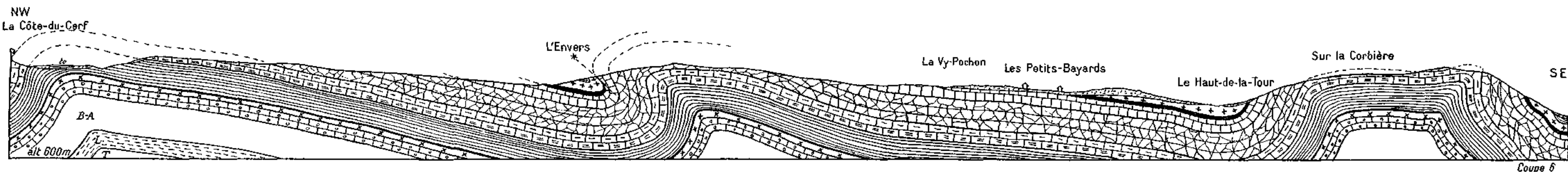
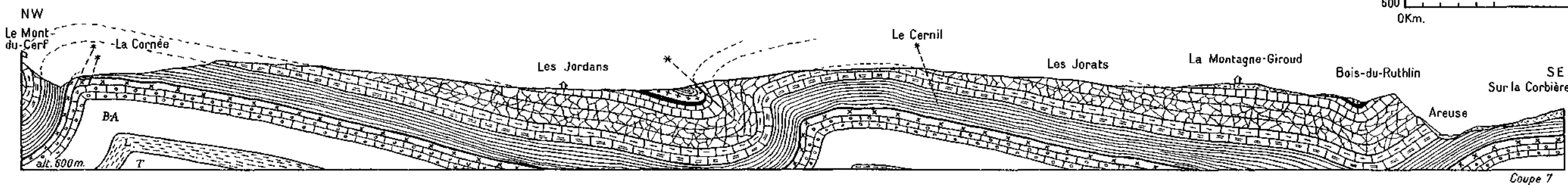
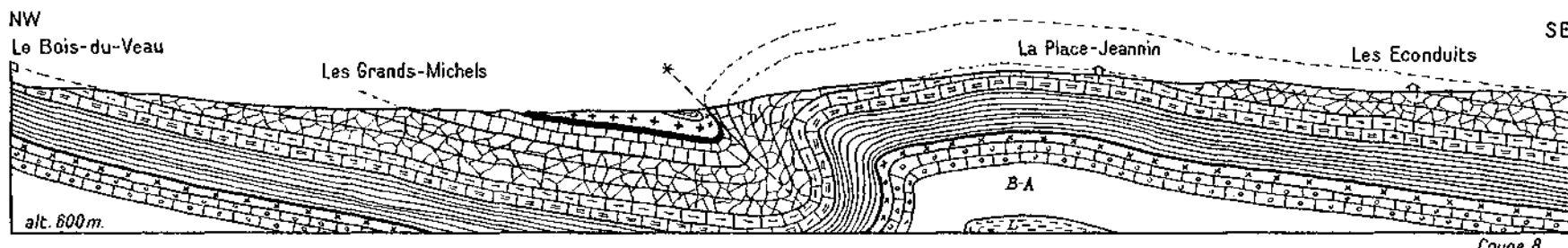
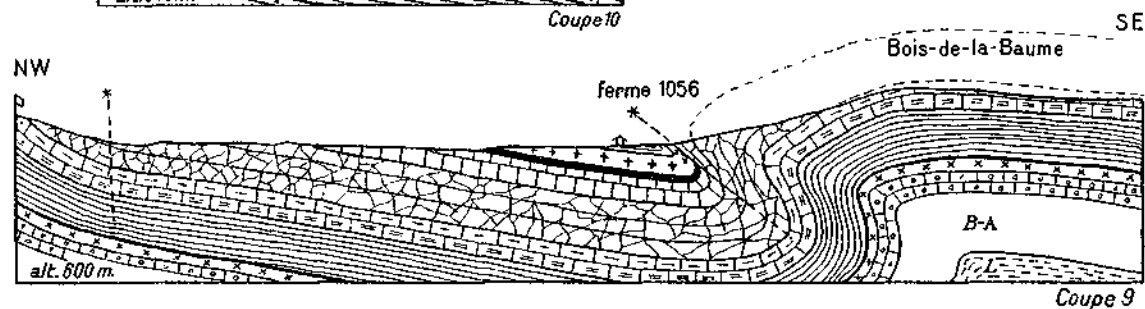
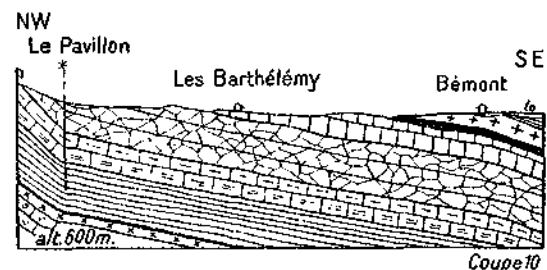
COUPES GÉOLOGIQUES

1 : 25.000^e

par

Ch. Muhlethaler

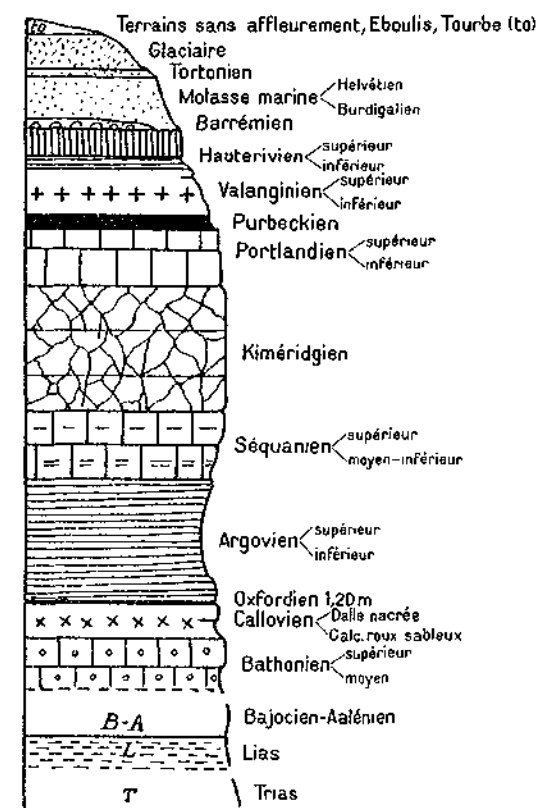
1929.



Les traces horizontales des coupes sont indiquées à la fig. 5 du texte.
Equidistance des coupes: 1000 m.

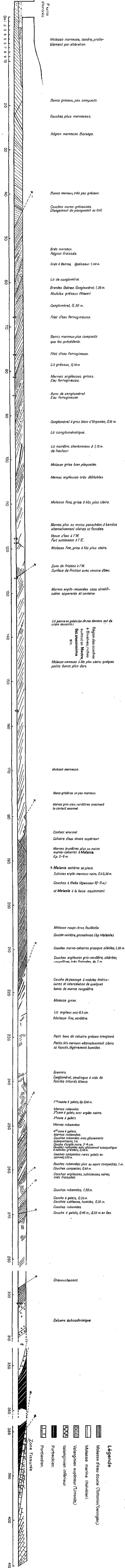
Coupe stratigraphique
(Les épaisseurs sont approximatives)

Légende
1:10000^e



*
Chevauchements,
Contacts anormaux
(observés ou supposés)

Coupe géologique: Galerie de recherche d'eau aux Gars, commune des Bayards. (Vallon des Verrières).



- Légende**
- Molasse d'eau douce (Tortonien, Veringien.)
 - Molasse marine (Helvétien)
 - Valanginien supérieur (Trionite)
 - Valanginien inférieur.
 - Purbeckien.
 - Portlandien.

D'après un relevé original de Alph. Jeannot 1921 - 1923.