

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 1 (1948)
Heft: 2

Artikel: Étude stratigraphique et micrographique du Purbeckien du Jura suisse
Autor: Carozzi, Albert
Kapitel: 1: Stratigraphie générale
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739262>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

« Un fatto é come un sacco, che vuoto non si regge. Perché si regga, bisogna prima farci entrar dentro la ragione. »

L. PIRANDELLO.

CHAPITRE PREMIER

STRATIGRAPHIE GÉNÉRALE

§ 1. GÉNÉRALITÉS.

Le Purbeckien du Jura suisse présente deux domaines paléogéographiques nettement distincts, déjà en partie délimités par G. Maillard (74)¹. Le plus étendu est le domaine dit des *couches dolomitiques inférieures*, qui couvre le Jura vaudois et la partie méridionale du Jura neuchâtelois et bernois (fig. 1). On y distingue, de bas en haut, la série stratigraphique suivante :

1. Couches dolomitiques inférieures,
2. Couches lacustres,
3. Couches saumâtres ou marines supérieures.

Les coupes les plus typiques se trouvent dans les régions de La Dôle, Noirmont, Marchairuz, Le Brassus, Mont Tendre, puis Baulmes, Mont Aubert et enfin Neuchâtel et Bienne.

Au Nord de cette première zone, donc en plein cœur du Jura neuchâtelois, s'étend le domaine dit des *marnes à gypse*. La série type est, de bas en haut, la suivante :

1. Marnes à gypse,
2. Couches lacustres,
3. Couches saumâtres ou marines supérieures.

Cette succession s'observe aux Verrières, La Brévine, Le Locle, La Chaux-de-Fonds, etc. Les localités situées à la

¹ Les numéros entre parenthèses renvoient à la Bibliographie.

limite des deux domaines montrent des coupes très variables, dans lesquelles il n'est pas possible de retrouver les trois termes d'un faciès ou de l'autre. Ce sont principalement les séries de Ballaigues, Les Clées, Vaulion, etc.

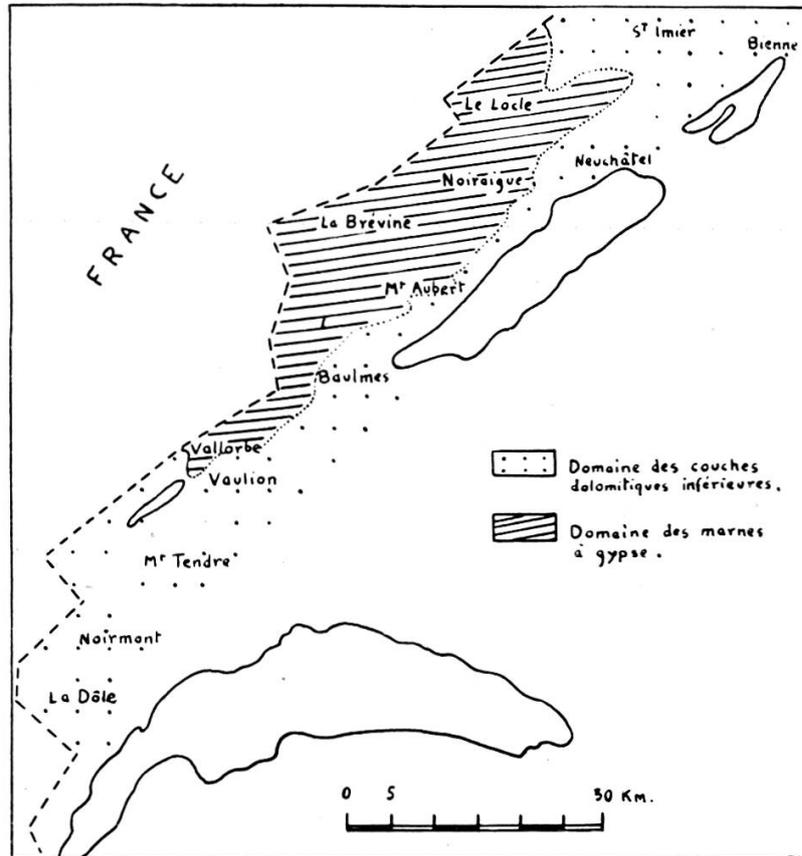


Fig. 1.

Les domaines paléogéographiques du Purbeckien du Jura suisse.

Cependant, pour faciliter les références bibliographiques, nous avons subdivisé le territoire étudié en neuf régions correspondant en gros soit à des monographies, soit à des feuilles de l'Atlas géologique. Les régions sont les suivantes:

1. La Dôle – Noirmont.
2. Marchairuz – Le Brassus – Mont Tendre.
3. Vaulion – Mollendruz – Premier.
4. Ballaigues – Les Clées.
5. Baulmes – Côte-aux-Fées – Mont Aubert.

6. Les Verrières – La Brévine.
7. Noiraigue – Chambrelieu – Neuchâtel.
8. Le Locle – La Chaux-de-Fonds – Saint-Imier.
9. Landeron – Vigneules – Bienne.

§ 2. MÉTHODE D'INTERPRÉTATION DES SÉRIES SÉDIMENTAIRES.

En étudiant les variations de faciès des séries purbeckiennes, nous avons remarqué que les passages progressifs du milieu marin au milieu lacustre ou même à l'émersion, se faisaient toujours par une succession de faciès déterminée. Il nous a donc semblé admissible d'établir une échelle bathymétrique relative basée précisément sur ces successions de faciès. Bien entendu, tout ce qui se passe en verticale est valable aussi en horizontale et il ne faudrait pas croire que la liaison faciès et profondeur soit applicable à n'importe quelle série sédimentaire. Mais, dans le cas étudié, les différents faciès expriment bien des différences de profondeur ou de distance à la côte, ce qui revient au même. Les variations de profondeur pendant le Purbeckien sont l'effet direct des poussées orogéniques intermittentes et ce sont ces dernières qui règlent en fait les cycles sédimentaires.

La série sédimentaire *complète* en allant du milieu marin à l'émersion n'est pas toujours représentée dans son ensemble et, selon les localités divers termes peuvent manquer. Cela est évident, si l'on envisage que chaque région a réagi d'une façon propre aux efforts orogéniques et que de ce fait les amplitudes des oscillations n'ont pas été partout les mêmes.

Examinons la série *idéale* complète, en partant des termes les plus profonds. On distingue quatre ensembles:

1. *Ensemble calcaire* :

- a) Calcaire compact (CC) sub-lithographique souvent sans fossiles.
- b) Calcaire microbréchiq. oolithique ou pseudo-oolithique (MO) à Foraminifères ou à Dasycladacées.

Le terme *b* résulte du remaniement du terme *a* et implique donc une profondeur plus faible.

2. *Ensemble dolomitique :*

- | | | |
|---------------------------------|---|----------------------|
| a) Calcaire dolomitique (CD) | } | à rares
fossiles. |
| b) Microbrèche dolomitique (BD) | | |
| c) Dolomie cristalline (DO) | | |
| d) Marne dolomitique (MD) | | |

Le terme *b* résulte toujours du remaniement du terme *a*, et la diminution de profondeur qu'il annonce permet souvent le passage aux marnes qui sont le terme le moins profond de toute la série dolomitique. Le stade des dolomies implique un régime lagunaire bien établi et du reste rarement atteint.

3. *Ensemble marneux :*

- a) Brèche calcaire (BC).
- b) Calcaire marneux à Chara et Ostracodes (MC).
- c) Marnes (M).

Cet ensemble lie le milieu lagunaire au milieu saumâtre-lacustre qui achève la série purbeckienne. Les brèches calcaires, qui semblent de prime abord étrangères à cet ensemble, doivent pourtant s'y rattacher car elles témoignent des ruptures d'équilibre précédant ou suivant les émergences. Pour obtenir une succession logique de faciès, nous sommes amenés de nouveau à considérer les marnes comme le terme le moins profond de l'ensemble marneux.

4. *Ensemble calcaire lacustre :*

- a) Calcaires à Ostracodes (CY).
- b) Calcaire à Chara (CH).

Le premier terme se rapporte à des couches calcaires pétries de carapaces d'Ostracodes (Cypris) et contenant souvent des débris flottés de Characées. La présence de ces dernières semble exclure peu à peu celle des Ostracodes, comme si le milieu saumâtre avait fait place aux eaux douces riches en calcaire et favorables au développement des Characées.

Cette succession de faciès permet de tracer une *courbe des variations bathymétriques dans le temps*. Nous l'avons dessinée en regard de la coupe stratigraphique, en portant en haut du

diagramme en abscisse et de gauche à droite les profondeurs décroissantes. En ordonnée, nous avons placé les points figuratifs (○) des divers termes, au milieu de la couche.

On remarquera sans doute qu'il n'est fait aucune mention dans la série sédimentaire des *brèches multicolores*, car ce faciès s'intercale n'importe où dans la suite lithologique, il est donc impossible de lui assigner une position déterminée dans l'échelle bathymétrique; dans la courbe il est figuré par un point noir (●). Il en est de même de la présence de cailloux noirs disséminés dans divers types de sédiments, leur présence est indiquée par un cercle entourant le point figuratif (○).

Nous verrons plus loin que l'apparition de cailloux noirs, soit sous forme de brèches, soit en éléments disséminés représentent des intercalations détritiques superposées à une série lithologique obéissant à d'autres lois. Nous étudierons dans un chapitre spécial les facteurs régissant l'apparition des cailloux noirs, mais d'ores et déjà il faut mettre en évidence le fait qu'il s'agit de la superposition de deux types différents de sédimentation.

Nous avons parlé plus haut de *cycles sédimentaires*¹; une colonne leur est réservée à l'extrême droite du diagramme bathymétrique. En effet, à l'intérieur même des ensembles, les termes alternent d'une façon assez uniforme et suivant deux types principaux. Ces alternances de second ordre s'intègrent dans une courbe plus importante qui régit tout le système sédimentaire purbeckien.

Prenons immédiatement des exemples dans l'ensemble dolomitique. Voici de bas en haut une succession très fréquente:

- 1 calcaire dolomitique (CD),
- 2 microbrèche dolomitique (BD),
- 3 dolomie cristalline (DO).

Dans la colonne nous inscrirons de bas en haut: 1, 2, 3 — 1, 2, 3 — 1, 2, 3, etc. Cette série exprime une diminution graduelle de la profondeur de 1 à 3, puis un affaissement brusque

¹ Nous reprendrons en détail la question des cycles sédimentaires dans un autre travail actuellement en cours.

de 3 à 1 et ainsi de suite; c'est un *cycle sédimentaire asymétrique*. Ce type précède ou suit très souvent les émergences, dans ce dernier cas, il s'écrit de bas en haut 3, 2, 1 1, 2, 3 1, 2, 3.

Mais les cycles à trois termes ne sont pas toujours complets et, en règle générale, on peut affirmer que les cycles incomplets sont les plus fréquents. Le terme 1 est rarement absent, tandis que 2 et 3 manquent assez souvent. Plusieurs cycles s'expriment ainsi: 1, 3 1, 3 1, 3, dans ce cas on peut admettre que la poussée a dépassé en vitesse la sédimentation, amenant ainsi la suppression du terme intermédiaire. Ailleurs, on observe de cycles 1, 2 1, 2 1, 2. c'est le résultat d'une faible poussée n'ayant pas permis d'atteindre le terme le moins profond de la série.

Une série très souvent observable est: 1, 2, 3, 2, 1, 2, 3, 2, 1; ce *cycle symétrique* exprime une diminution graduelle de la profondeur suivie par une augmentation tout aussi graduelle. Ces oscillations parfaites se développent tout au long de la série lacustre, en ne comportant que deux termes 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1

- 1 calcaire à Ostracodes (CY),
- 2 calcaire à Chara (CH).

En résumé, les cycles asymétriques ou symétriques se présentent dans n'importe quel milieu, mais ils ne sont pas discernables partout et dans les régions particulièrement sensibles aux efforts tectoniques il est très difficile de les retrouver.

Dans certaines coupes stratigraphiques, il semble y avoir une liaison entre le type de cycle et le milieu de sédimentation, voici les observations que l'on peut faire:

- 1^o Les séries marines sont souvent formées par des cycles asymétriques;
- 2^o les séries lacustres sont souvent formées par des cycles symétriques;
- 3^o Les séries lacustres sont parfois précédées par un cycle symétrique en milieu marin.

Illustrons ces constatations par un exemple théorique en partie réalisé dans la coupe de Riondaz-Dessus. On a de bas en haut:

1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 2, 1	1, 2, 1, 2, 1, 2, 1	2, 1, 2, 1, 2
<i>Ensemble calcaire dolomitique</i>	<i>Ensemble calcaire lacustre</i>	<i>Ensemble calcaire</i>
1 calcaire compact (CC)	1 calcaire	1 calcaire compact (CC)
2 calcaire oolithique (MO)	à Ostracodes (CY) 2 calcaire à Chara	2 calcaire oolithique (MO)
3 calcaire dolomitique (CD)	(CH)	

Accompagnant la courbe des faciès, nous avons tracé la *courbe de variation du diamètre du quartz clastique* (courbe en pointillé), en prenant comme indice de élasticité d'un niveau le diamètre du plus gros grain; les diamètres sont portés en abscisse au bas du diagramme. Disons d'emblée que le parallélisme des deux courbes est réalisé dans les grandes lignes, mais que l'on observe partout que les calcaires à Chara correspondent toujours à un minimum de la courbe du quartz. Ce minimum, parfois même une absence complète de quartz, exprime l'isolement des lacs d'eau douce dû à l'émersion. En revanche, les calcaires à Ostracodes sont toujours relativement riches en quartz clastique, par le fait qu'ils se placent au moment du déséquilibre consécutif de l'émersion ou de la subsidence. A ce moment les courants marins sont fortement perturbés et l'apport de quartz, en provenance sans doute des massifs hercyniens, est accentué. Il est presque impossible de tracer une *courbe de la variation de la teneur en oxydes de fer*, nous nous sommes contentés de placer, à côté des points figuratifs, des croix (+) exprimant un ordre de grandeur:

+ teneur faible, ++ teneur moyenne, +++ teneur forte.

La lettre « R » qui figure parfois sur les diagrammes signifie présence de débris de calcaires rubéfiés.

Pour vérifier certaines diagnoses microscopiques, nous avons étudié du point de vue chimique par la méthode rapide du professeur M. Gysin (53) nos coupes stratigraphiques et surtout les niveaux dolomitiques. Il nous a semblé intéressant de suivre les variations possibles en verticale de la teneur en $MgCO_3$. La courbe dessinée en trait discontinu (---) à l'extrême droite du diagramme donne la variation du rapport en poids $CaCO_3/CaCO_3 + MgCO_3$; ce rapport qui est abrégé en C/S (calcite/somme des

carbonates), tend vers 1 pour les calcaires purs. Bien entendu, la méthode ne nous donne qu'un ordre de grandeur et nous n'avons tracé la courbe que lorsque la série stratigraphique présentait un intérêt particulier; nous reviendrons du reste plus loin sur le problème de la dolomie.

ABRÉVIATIONS

Dans les descriptions stratigraphiques nous utiliserons les conventions suivantes:

Fe	oxydes de fer.
QD	quartz détritique, les dimensions sont données en mm.
CN	présence de cailloux noirs.
BM	brèche multicolore.
C/S	rapport en poids de $\text{CaCO}_3/\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, ce rapport est indiqué seulement pour les couches dolomitiques; dans les autres cas il vaut 1 et n'est pas mentionné.

§ 3. DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE.

I. Région de La Dôle-Noirmont.

Elle couvre le territoire étudié par H. Lagotala (66) auquel nous renvoyons le lecteur pour la description détaillée générale. Nous avons pu faire trois coupes complètes, la première sous le sommet de La Dôle, au point 1500 m, Sous-les-Creux. C'est là que nous avons trouvé en place la grosse brèche formée de cailloux de 40 cm signalée par H. Lagotala comme bloc éboulé ou bloc erratique. Les deux autres coupes se placent, l'une le long de la route Arzier-Les Biolles, au point 1289 m, et l'autre sur le flanc du Noirmont, au N du Crêt-au-Bovairon, point 1450 m. Les autres affleurements des Fruitières de Nyon, Basse-Ruche, La Barillette et La Chenalette sont trop incomplets pour fournir des renseignements précis.

a) *Coupe du Crêt-au-Bovairon*, Pt 1450 m (fig. 2 et 3).

Berriasien: Microbrèche oolithique.

31. Calcaire compact grumeleux gris à rares Ostracodes. Fe en traînées, QD, diam.: 0,045.

30. Calcaire oolithique jaunâtre, Chara et Foraminifères dans les éléments. Ciment calcitique à tests de Lamellibranches et CN.
29. Calcaire grumeleux gris à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,043.
28. Calcaire grumeleux gris-jaune, bréchique par places à Chara et Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,030.
27. Calcaire compact gris pétri de Chara et d'Ostracodes. Phosphates, QD, diam.: 0,015.
26. Calcaire compact jaunâtre pétri de Chara et d'Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,015.
25. Calcaire compact gris-jaune à Ostracodes et Chara. QD, diam.: 0,045.
24. Calcaire jaunâtre à rares Ostracodes. Zones de dissolution ferrugineuses avec quartz secondaire et détritique, diam.: 0,045.
23. Calcaire compact gris-jaune, sub-lithographique. Fe, QD, diam.: 0,030.
22. Calcaire faiblement dolomitique jaune concrétionné.
C/S = 0,92.
21. Calcaire dolomitique jaune recristallisé. C/S = 0,82.
20. Micro-poudingue multicolore faiblement dolomitique passant vers le haut à un calcaire brunâtre bréchique.
C/S = 0,90.
19. Calcaire faiblement dolomitique grumeleux à rares Ostracodes. Nombreux CN, surtout à la base. C/S = 0,95.
18. Calcaire compact clair sub-lithographique.
17. Calcaire ferrugineux à Ostracodes et Chara. Petits CN disséminés.
16. Calcaire compact clair sub-lithographique.
15. Calcaire ferrugineux à Chara et Ostracodes, rares Lamellibranches. Petits CN disséminés.
14. Calcaire compact clair grumeleux, Fe.
13. Calcaire compact gris à Chara et Ostracodes, petits Gastéropodes. Petits CN à la base. Fe.
12. Micro-poudingue multicolore à Fucacées passant vers le haut à un calcaire compact gris-noir. Quartz secondaire, Fe.
11. Calcaire bréchique à éléments multicolores. Fe.
10. Calcaire compact gris, bréchique à la base.

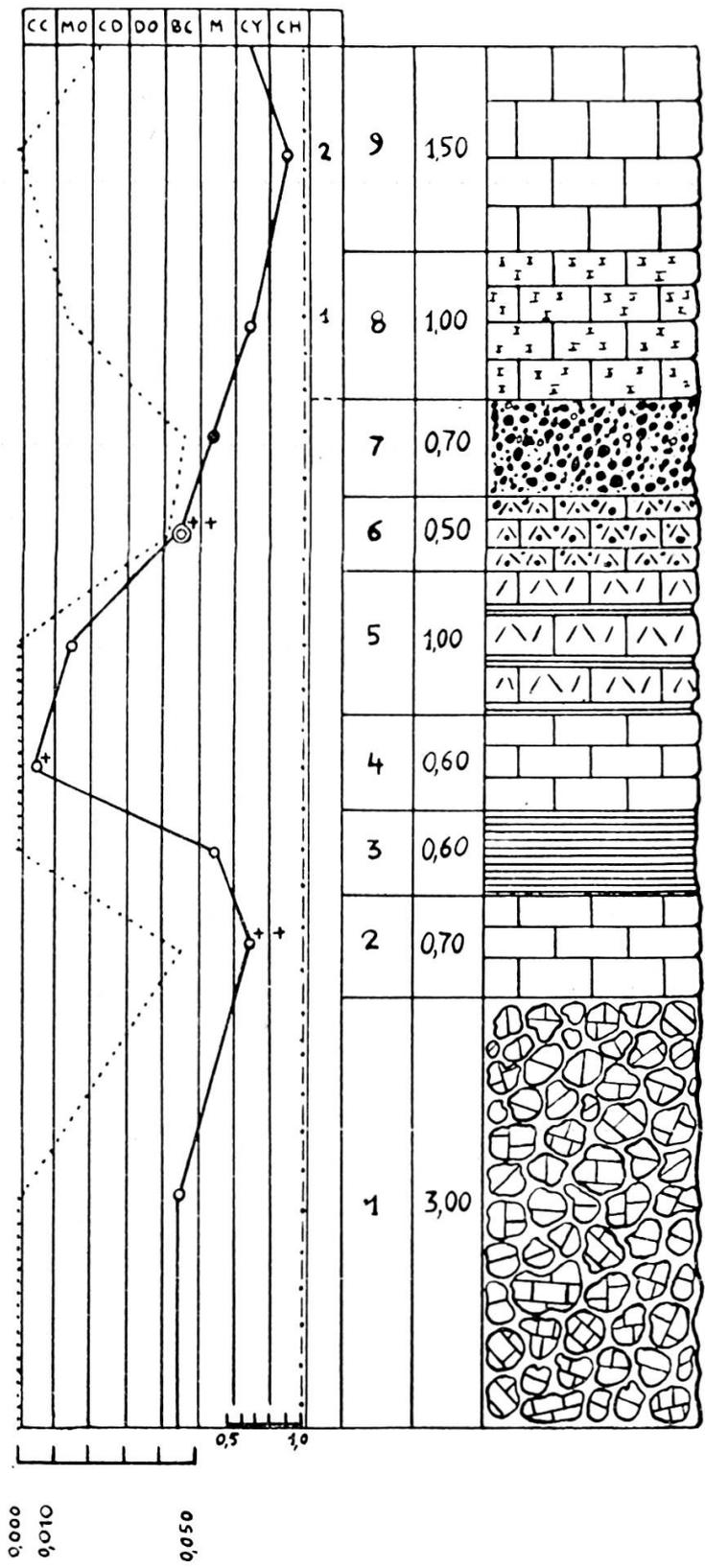


Fig. 4.
 Coupe des Biolles-Marais-Rouge.
 Echelle 1: 75.

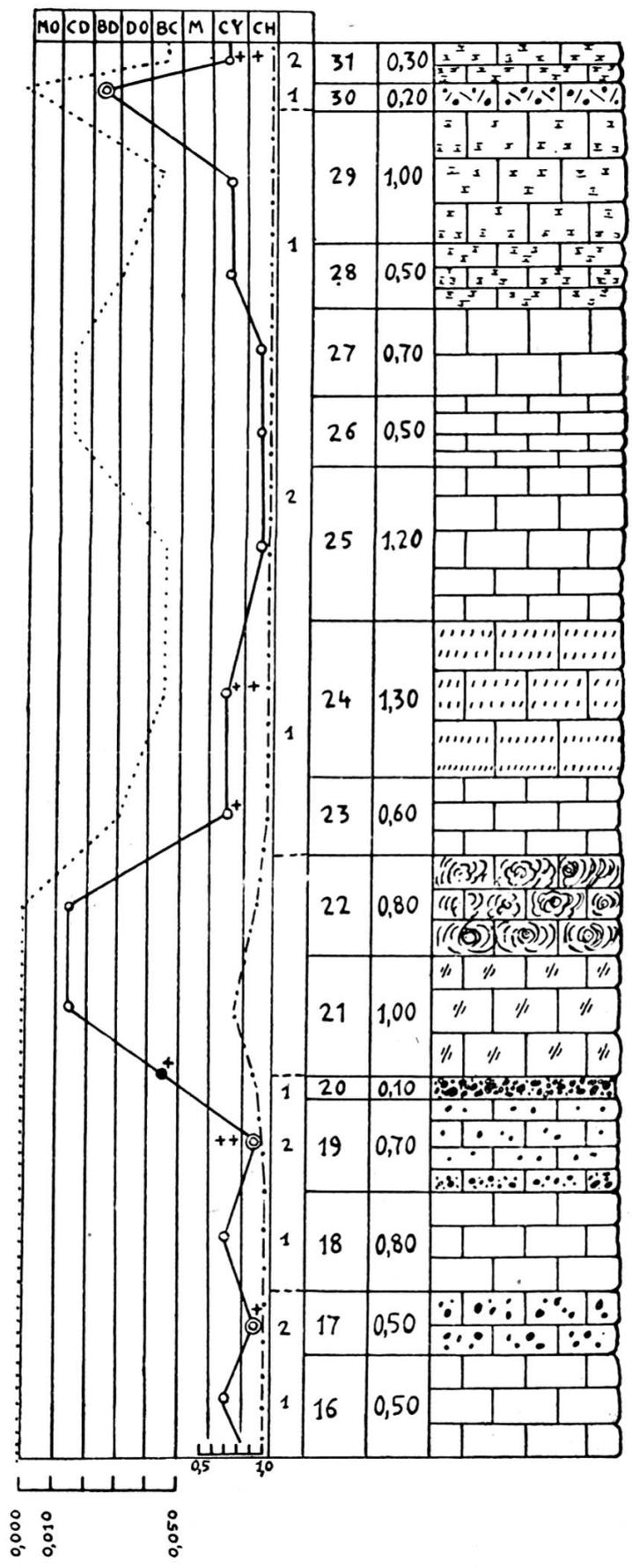


Fig. 3.
 Coupe du Crêt-au-Bovairon (suite).
 Echelle 1: 75.

9. Brèche calcaire grise recristallisée.
8. Marnes noires grumeleuses à éléments dolomitiques décomposés.
7. Calcaire bréchique et pseudo-oolithique gris-noir recristallisé. Fe en traînées.
6. Brèche calcaire grise recristallisée.
5. Dolomie oolithique jaunâtre recristallisé, délits marneux à la base. C/S = 0,52.
4. Calcaire bréchique gris fortement recristallisé. C/S = 0,86.
3. Dolomie oolithique jaune à *Coprolithus salevensis* Par. (99). C/S = 0,57.
2. Brèche dolomitique recristallisée. C/S = 0,90.
1. Dolomie oolithique jaune à *Coprolithus salevensis* Par. C/S = 0,42.

Epaisseur totale: 23 m 15.

Portlandien: grosse dolomie vacuolaire.

Détail de la coupe :

a) *Couches marines inférieures* (niveaux 1 à 12). — Elles résultent de la répétition plus ou moins complète d'un cycle sédimentaire de trois termes:

1. Brèche dolomitique,
2. Dolomie,
3. Brèche calcaire.

Cette série se place à la limite des ensembles dolomitiques et marneux, et exprime une diminution de profondeur aboutissant à des remaniements sous faible couche d'eau. On observe d'abord un cycle 1, 2, 3, indiquant un soulèvement lent, suivi par un affaissement avec apport de fer. Ensuite le fond marin se maintient dans le terme supérieur et atteint même le stade des marnes. Cette persistance de la poussée prélude à l'émergence amenant les couches lacustres à partir du niveau 13. Ainsi que nous le verrons dans d'autres cas, les oxydes de fer accompagnent le terme moyen, car ils proviennent du délavage de régions soumises à l'action des agents atmosphériques; ce délavage effectué sans doute pendant un terme 3 a dû prendre un certain

temps et la floculation des oxydes de fer dans l'eau de mer s'est effectuée à l'affaissement consécutif, c'est-à-dire au terme 2.

b) *Couches lacustres inférieures* (niveaux 13 à 20). — Le terme de passage indiquant le changement de milieu est formé par le micro-poudingue multicolore (n° 12). La série lacustre se compose d'alternances de calcaire grumeleux à Ostracodes (1) et de calcaire à Chara (2), ce dernier étant le moins profond. A quatre reprises les calcaires à Chara apparaissent accompagnés de CN montrant ainsi autant d'oscillations séparées par de légers affaissements amenant des eaux légèrement saumâtres favorables aux Ostracodes. Les oxydes de fer semblent correspondre aux calcaires à Chara, ce qui indique la proximité de terres en voie de rubéfaction. La fin de ce premier régime lacustre est marqué par un micro-poudingue multicolore qui se substitue au terme 1, la symétrie de l'ensemble est remarquable.

c) *Couches marines moyennes* (niveaux 21 à 22). — Ce petit épisode marin se marque par des calcaires dolomitiques, auxquels succèdent, sans intercalation de micro-poudingues multicolores, de nouvelles couches lacustres.

d) *Couches lacustres supérieures* (niveaux 23 à 29). — Cette série, assez riche en quartz détritique, est parfaitement symétrique, elle débute par des calcaires à Ostracodes, puis passe à des calcaires à Chara et se termine encore par des calcaires à Ostracodes.

e) *Couches marines supérieures* (niveau 30). — On peut leur attribuer la brève intercalation de calcaires oolithiques à CN du niveau 30, bien qu'elle soit encore surmontée par des couches lacustres. Précisons que les oolithes et fausses oolithes contiennent soit des Foraminifères (Textularidés), soit des débris de Characées.

Minéraux :

1. *Le quartz*. — Il n'apparaît que dans la partie supérieure de la série et sa courbe de variation s'harmonise bien avec celle des faciès, le diamètre maximum atteint est 0,045 mm. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les calcaires à Chara correspon-

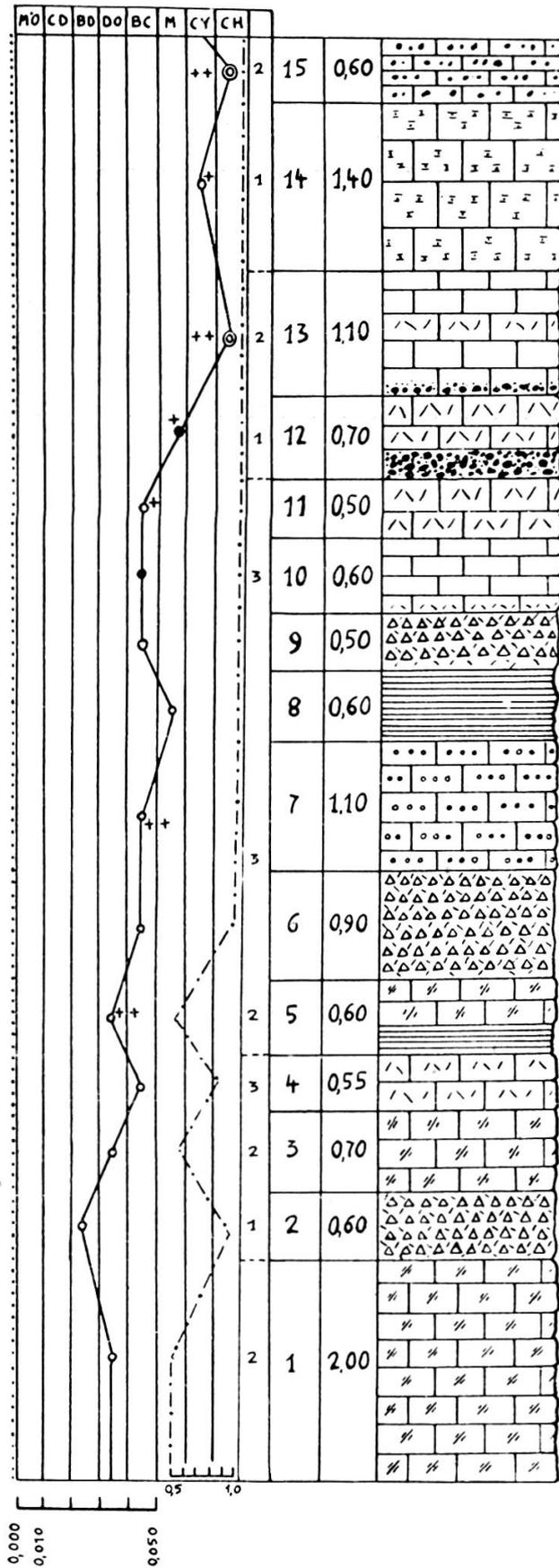


Fig. 2.
Coupe du Crêt-au-Bovairon.
Echelle 1: 75.

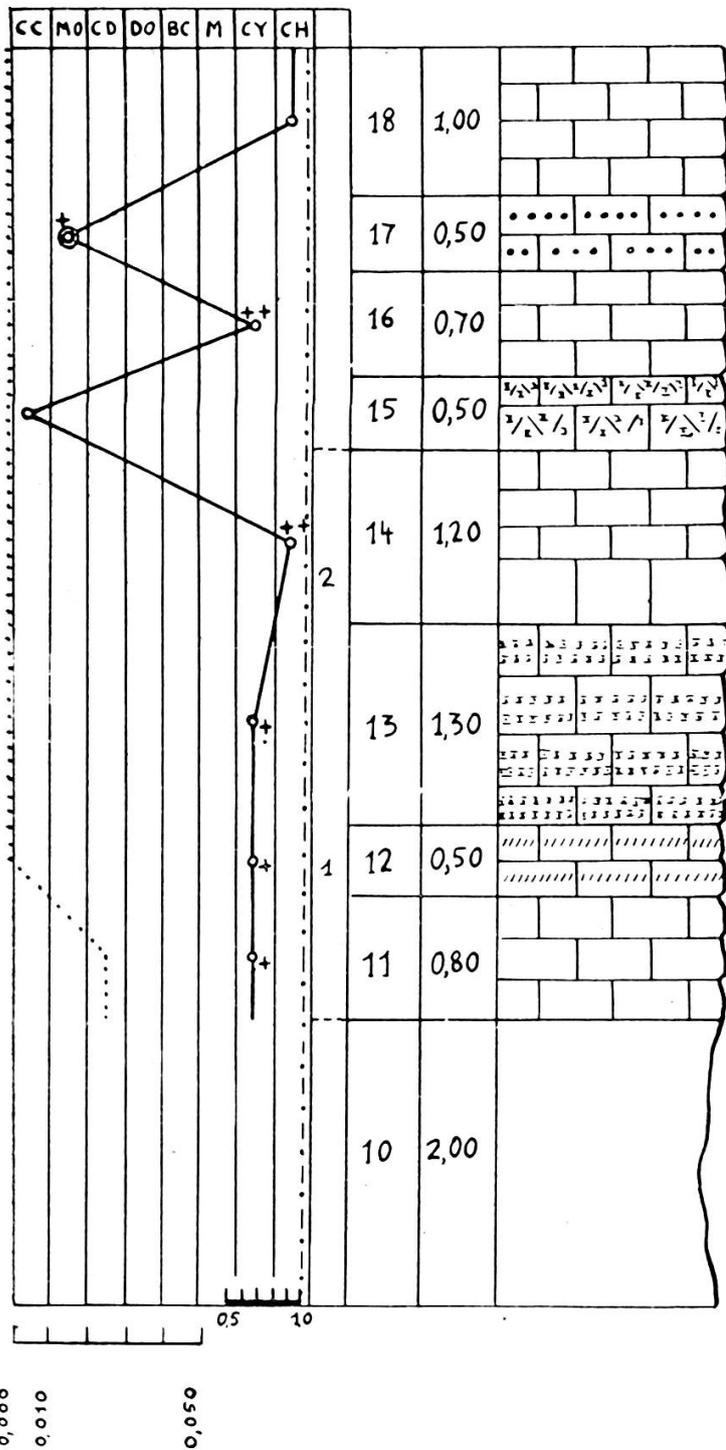


Fig. 5.
Coupe des Biolles-Marais-Rouge (suite).
Echelle 1: 75.

dent à un minimum de la courbe du quartz, minimum consécutif à l'isolement dû à l'émersion.

2. *Le fer.* — Les oxydes de fer en milieu marin apparaissent au terme 2 des cycles comme nous l'avons vu, puis aux couches de passage entre le milieu marin et le milieu lacustre; dans ce dernier on le retrouve surtout dans les calcaires à Chara.

b) *Coupe des Biolles-Marais rouge*: Pt 1289 m (fig. 4 et 5).

Berriasien: Microbrèche oolithique.

18. Calcaire compact brun clair à Chara, Clypéines et Ostracodes.
17. Calcaire oolithique beige, les éléments contiennent des Foraminifères et des Chara, quelques CN disséminés. Fe.
16. Calcaire compact clair à Ostracodes et Chara. Fe.
15. Calcaire oolithique à Chara, Clypéines et Textularidés. Fe.
14. Calcaire compact jaune à Chara et Ostracodes. Fe.
13. Calcaire zoné ferrugineux.
12. Calcaire compact gris à traînées ferrugineuses.
11. Calcaire compact gris-brun à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,025.
10. Niveau couvert.
9. Calcaire compact gris, sub-lithographique.
8. Calcaire compact jaune-clair à Ostracodes et Chara. Fe, QD, diam.: 0,015.
7. Micro-poudingue multicolore à Fucacées. Fe, QD, diam.: 0,045.
6. Calcaire bréchique jaune à éléments multicolores (CN). Fe, QD, diam.: 0,040.
5. Calcaire bréchique et vacuolaire jaune à intercalations marneuses vertes.
4. Calcaire compact clair ferrugineux.
3. Marnes noires grumeleuses.
2. Calcaire compact gris-jaune à Ostracodes et Chara. Fe, QD, diam.: 0,045.
1. Brèche-poudingue à gros éléments portlandiens (calcaire dolomitique et calcaire compact).

Epaisseur totale: 18 m 10.

Portlandien: grosse dolomie vacuolaire.

Détail de la coupe :

a) *Couches marines inférieures* (niveaux 1 à 7). — Le faciès dolomitique est remplacé par une épaisse brèche-poudingue formée par des éléments portlandiens, puis une légère tendance à l'émersion se marque par un calcaire à Ostracodes (niveau 2).

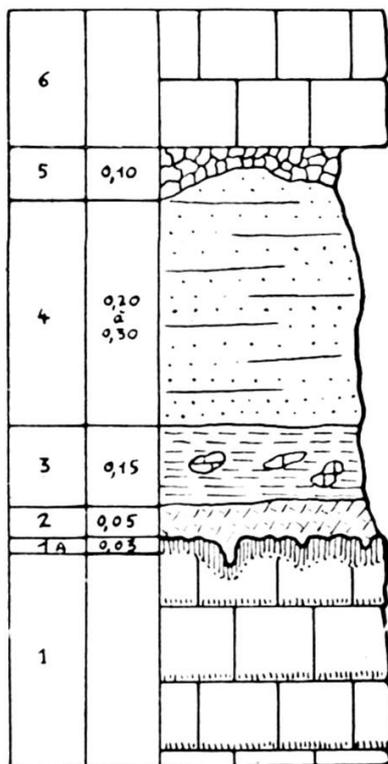


Fig. 6.

Coupe du sidérolithique berriasien de la carrière de La Violette.
Echelle 1 : 15.

Le faciès marin franc s'établit ensuite jusqu'au micro-poudingue multicolore qui fait passage à la série lacustre.

b) *Couches lacustres* (niveaux 8 à 14). — Elles sont formées par deux cycles de deux termes: calcaire compact à Ostracodes (1) et calcaire à Chara (2). La répartition des oxydes de fer est régulière.

c) *Couches marines supérieures* (niveaux 15 à 18). — On peut leur attribuer les niveaux 15 et 17 qui amènent des Foraminifères et des Clypéines, avec parfois de petits CN. Puis un dernier

banc de calcaire à Chara nous sépare de la microbrèche oolithique du Berriasien.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Dans la partie inférieure de la coupe, les variations suivent celles des faciès avec des maxima de 0,045, puis dans les couches lacustres réapparaît le minimum lié cette fois-ci aux couches à Ostracodes. Le quartz retombe à zéro dans la partie supérieure de la coupe où pourtant les oscillations sont importantes.

2. *Le fer.* — Sa teneur est moyenne aux maxima de la courbe des faciès et aux ruptures d'équilibre précédant et suivant les émerSIONS, ailleurs il est peu important.

c) *Sidérolithique d'âge berriasien* (fig. 6).

Les mouvements orogéniques responsables de l'émerSION purbeckienne se sont poursuivis encore pendant le dépôt du marbre bâtard. En effet dans la carrière de la Violette, au-dessus d'Arzier, on peut observer la coupe suivante :

6. Marbre bâtard compact.
5. Calcaire bréchoïde rubéfié, vert et rose, pouvant manquer par places.
4. Grès jaunâtre à ciment calcaire.
3. Marnes finement stratifiées rouges et gris-bleu à fragments de calcaire.
2. Bolus compact rouge sang.
- 1a. Marbre bâtard corrodé et rubéfié, surface d'altération continentale.
1. Marbre bâtard compact à bandes rosées.

Le sidérolithique se situe environ 8 m 20 sous les marnes d'Arzier et 33 m au-dessus du sommet du Purbeckien. Il est à mettre en liaison avec l'émerSION que Ed. Paréjas (98) a observée au Salève, dans l'assise à *Natica leviathan*, au-dessus de la couche carbonneuse de la Corratierie, où le calcaire est profondément rubéfié et perforé par des mollusques lithophages.

d) *Coupe de La Dôle (Sous-les-Creux)*: Pt 1500 m (fig. 7 et 8).
Berriasien: Microbrèche pseudo-oolithique.

41. Marno-calcaire grumeleux à Ostracodes.
40. Calcaire compact grumeleux à Ostracodes et Chara. Fe, QD, diam.: 0,030.
39. Calcaire compact grumeleux à gros Ostracodes, débris rubéfiés. QD, diam.: 0,015.
38. Calcaire compact gris à trainées ferrugineuses.
37. Calcaire compact clair à débris de Chara et d'Ostracodes. Petits CN, Fe, QD, diam.: 0,045.
36. Calcaire grumeleux gris à Chara, Ostracodes et débris de Lamellibranches, petits CN disséminés, passant vers le bas à un micro-poudingue multicolore à gros éléments noirs.
35. Calcaire micro-bréchiq ue à Chara, Ostracodes et Dasycladacées.
34. Calcaire compact jaune à Chara et Ostracodes.
33. Calcaire bréchiq ue et pseudo-oolithique jaune à Chara et Ostracodes, CN à Fucacées. Fe.
32. Calcaire micro-grumeleux clair à Chara et Ostracodes. Nombreux CN en graded-bedding. QD, diam.: 0,030.
31. Calcaire compact gris à trainées ferrugineuses.
30. Brèche calcaire à éléments gris et jaunes à Chara et Ostracodes. Fe, agrégats de quartz secondaire.
29. Calcaire grumeleux jaune à Ostracodes et Chara.
28. Calcaire compact jaune à Chara et Ostracodes. Fe.
27. Calcaire jaunâtre à rares débris d'Ostracodes, trainées ferrugineuses.
26. Calcaire grumeleux ferrugineux passant vers le bas à une fine microbrèche multicolore.
25. Calcaire compact clair sans fossiles.
24. Brèche calcaire polygénique, semblable au niveau n° 23, diamètre maximum des éléments: 3 cm. Ciment calcitique à rares Ostracodes et à nombreux CN roulés. Fe.
23. Grosse brèche calcaire polygénique, la taille des éléments augmente vers le bas et s'étend de 1 cm à 40 cm. Ciment calcitique à Ostracodes et nombreux CN roulés. Fe, agrégats de quartz secondaire.

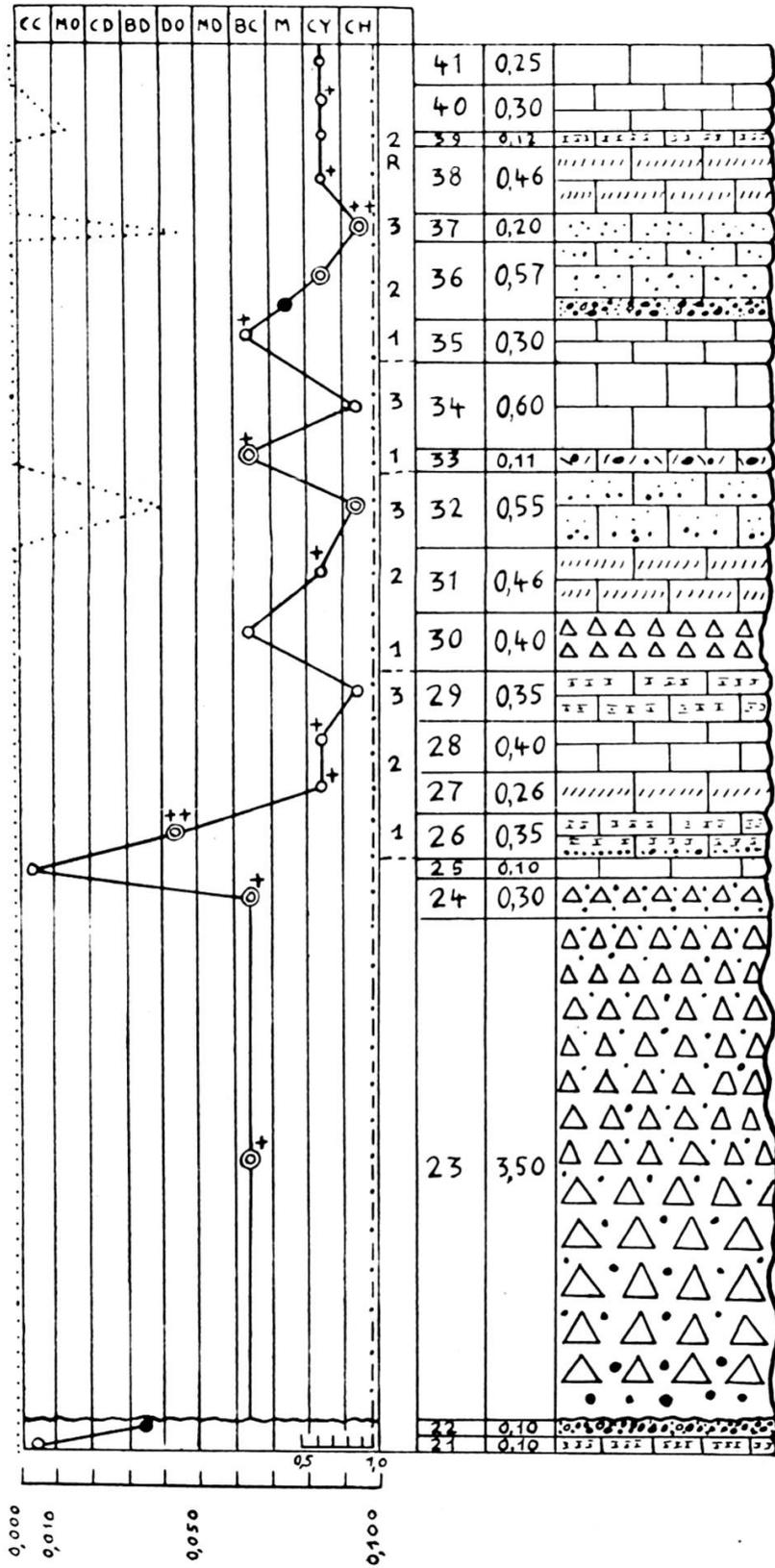


Fig. 8.
 Coupe de La Dôle (suite).
 Echelle 1:75.

22. Micro-poudingue multicolore schisteux à Fucacées, Lamellibranches et Gastéropodes.
21. Calcaire pseudo-oolithique gris.
20. Grosse brèche calcaire polygénique, la taille des éléments ne dépasse pas 10 cm. Ciment calcitique à Ostracodes et nombreux CN roulés.
19. Calcaire compact gris avec une intercalation bréchique semblable au niveau n° 20.
18. Calcaire bréchique jaunâtre à éléments du niveau sous-jacent.
17. Calcaire bréchique à quartz secondaire.
16. Calcaire recristallisé.
15. Calcaire grumeleux à Chara, Lamellibranches et Miliolidés, Fe, QD, diam.: 0,045.
14. Calcaire finement grumeleux à Dasycladacées, Echinodermes et Mollusques, petits débris de calcaire à Chara rubéfié.
13. Calcaire oolithique et grumeleux à *Coprolithus salevensis* Par. Fe.
12. Calcaire compact gris sans fossiles.
11. Calcaire oolithique gris-jaune à Dasycladacées et Textularidés, amas mûriformes de Fe.
10. Calcaire dolomitique jaune recristallisé. C/S = 0,81.
9. Calcaire compact clair à Ostracodes et Chara. Petits CN disséminés. Fe, QD, diam.: 0,030.
8. Brèche calcaire polygénique, diamètre des éléments: 5 à 8 cm. Ciment calcitique à Ostracodes et petits CN. Agrégats de quartz secondaire.
7. Calcaire compact jaune à Chara et Ostracodes.
6. Brèche calcaire polygénique. Ciment calcitique à Chara, Ostracodes et Lamellibranches. Nombreux CN surtout à la base. QD, diam.: 0,090.
5. Calcaire dolomitique cristallisé. C/S = 0,72.
4. Microbrèche dolomitique vacuolaire. C/S = 0,78.
3. Calcaire dolomitique jaune finement cristallisé. C/S = 0,72.
2. Marne dolomitique grumeleuse jaune. C/S = 0,81.
1. Calcaire dolomitique cristallisé jaune clair. C/S = 0,72.

Epaisseur totale: 19 m 36.

Portlandien: dolomie vacuolaire.

Détail de la coupe:

1. *Couches marines inférieures* (niveaux 1 à 19). — La série se compose comme toujours des trois termes suivants:

1. Calcaire dolomitique,
2. Brèche dolomitique,
3. Marne dolomitique.

Le premier cycle asymétrique est dépourvu du terme intermédiaire, tandis que le second est symétrique mais ne comporte pas le dernier terme. Ensuite un calcaire à Ostracodes entouré par deux brèches calcaires polygéniques à CN indique une tendance à l'émersion, qui s'affirme au niveau n° 9 par un calcaire à Chara reposant sur une surface continentale érodée. Le régime marin reprend alors avec une série plus profonde composée de:

1. Calcaire compact,
2. Calcaire oolithique,
3. Calcaire dolomitique.

L'enfoncement s'inscrit par un cycle inverse 3-2, puis vient une série d'oscillations n'atteignant pas le terme 3 et dont la fin est troublée par une intercalation bréchique (niveau 19) pré-ludant à une émersion (niveau 20). Dans ces séries cycliques marines on peut refaire l'observation que la présence des oxydes de fer correspond en général au terme moyen d'un cycle quel qu'il soit.

Nous avons rencontré dans le niveau 14 une faune d'affinité nettement portlandienne comprenant les genres suivants:

- Nerinea salinensis* d'Orb.
- Natica eudora* d'Orb.
- Natica aff. gigas* (?) Bronn.
- Pterocera Thirriae* Cont.
- Trigonia* sp.
- Ptygmatis* sp.
- Cardium aff. Verioti*. Buv.



Fig. 9.

Les brèches d'éroulement de La Dôle.

Le gros bloc subanguleux du centre de la figure (diam.: 60 cm) est formé par une brèche multicolore.



Fig. 10.

Les brèches d'éroulement de La Dôle.

Le bloc anguleux d'aspect cubique (diam.: 40 cm) est formé par du calcaire portlandien. Le bloc arrondi situé au-dessus est formé par du calcaire dolomitique portlandien.

2. *Les brèches d'éroulement* (niveaux 20 à 26). — Le passage du milieu marin au milieu lacustre est marqué par plusieurs niveaux de brèches s'étendant sur plus que 5 mètres d'épaisseur, avec deux intercalations de microbrèche multicolore à Fucacées. Examinons de près la grosse brèche du niveau 23

(fig. 9 et 10), car les autres sont semblables. On peut distinguer deux séries en ce qui concerne les dimensions des éléments :

- 1^o Petits éléments: < 5 cm de diamètre,
- 2^o Gros éléments: 5 à 40 cm de diamètre.

Les gros éléments, sans exception, sont anguleux, certains sont parallélipédiques. Au point de vue lithologique, on rencontre tous les termes du Portlandien et ceux du Purbeckien inférieurs aux niveaux en question.

Purbeckien :

- a) marno-calcaire compact gris,
- b) calcaire compact à Chara et CN,
- c) calcaire compact clair à Chara,
- d) calcaire microbréchiq. jaunâtre,
- e) calcaire compact à Chara, traînées rubéfiées,
- f) calcaire sapropélien ¹ brun-noirâtre, finement stratifié
- g) micro-poudingue multicolore.

Portlandien :

- a) calcaire compact clair à grain fin,
- b) calcaire oolithique blanchâtre,
- c) calcaire dolomitique jaunâtre,
- d) dolomie caverneuse.

Les petits éléments sont arrondis et offrent la même série lithologique, mais en plus il y a de nombreux cailloux noirs roulés à surface irrégulière.

Nous examinerons dans le chapitre de la paléogéographie le mode de formation de ces brèches et leur signification.

3. *Couches lacustres* (niveaux 27 à 41). — Elles sont entrecoupées par des niveaux bréchiq. formant le premier terme d'un cycle:

- 1. Calcaires à Ostracodes,
- 2. Calcaires à Chara.

¹ *Sapropélien*. Nous désignons par ce terme un calcaire riche en matière organique colorant la pâte en bleu-noir, devenant brun en coupe mince. Voir le développement de cette question dans le chapitre des brèches multicolores.

Cette série se répète quatre fois presque sans lacunes jusqu'au niveau 39 qui marque le début de l'approfondissement précédant l'arrivée des micro-brèches du Berriasien. Dans cette série lacustre, l'apparition du fer est fréquente, liée soit au terme 1 soit au terme 2 des cycles, tandis que le quartz détritique est étroitement lié aux termes 3, indiquant la moindre profondeur. Les couches marines supérieures sont absentes et la transgression crétacée se fait directement sur les couches lacustres.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Il apparaît très sporadiquement et seulement aux oscillations les plus violentes, son diamètre maximum est de 0,090 mm.

2. *Le fer.* — Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le fer est très fréquent dans la série lacustre supérieure aux termes 1 et 2 des cycles et avec son maximum de teneur aux ruptures d'équilibre.

* * *

Il est intéressant de rappeler ici les observations de Sautier et surtout de T.-H. Raven (129) sur la nature du contact entre le Purbeckien et le Valanginien dans la région de Morez-Les Rousses. Le premier de ces auteurs écrit : « ... on observe les marques significatives du violent mouvement des eaux qui s'est opéré entre les deux dépôts. Les couches valanginiennes empiètent de nombreux fragments de roches purbeckiennes et prennent un aspect bréchiforme jusqu'à 2 m au-dessus de la ligne de séparation des deux niveaux. Dans le ravin de La Chaille, à 250 m du fort des Rousses, la base du Néocomien est formée par une ou deux épaissses couches d'un véritable conglomérat, dont les volumineux fragments, arrondis ou anguleux et cimentés par les marnes purbeckiennes, appartiennent aux deux complexes. »

T.-H. Raven n'a pas retrouvé les coupes décrites par Sautier, mais sur quelques points, il a trouvé des cailloux anguleux de calcaire sublithographique purbeckien dans les couches infra-

valanginiennes. Au N de La Chaille, dans les 12 cm de la base du Crétacé; on peut voir des enclaves de calcaire compact à Chara, tandis que la masse principale est un calcaire microgrumeleux à Rhynchonelles. Le Purbeckien sous-jacent est raviné, et les fissures produites par l'érosion sont remplies de calcaire valanginien. Il ne fait aucun doute qu'il y a une liaison intime entre cette instabilité de sédimentation et celle que nous avons signalée dans la coupe du col de La Dôle.

II. Région du col du Marchairuz-Le Brassus-Mont Tendre.

Les environs du col du Marchairuz étudiés par A. Falconnier (32) sont d'une monotonie désespérante et nous n'avons réussi à faire qu'une seule coupe complète à Riondaz-Dessus (point 1300 m) où les couches purbeckiennes sont recoupées par la route cantonale.

Quant au domaine de la carte de D. Aubert (3), il ne nous offre qu'une belle coupe, celle de chez Villard, au-dessus du Brassus, coupe malheureusement interrompue sur 3 m environ par un chemin forestier. Les alentours du Mont Tendre sont passablement couverts et les affleurements réduits à quelques mètres carrés, c'est le cas du Purbeckien du chemin Mazel-La Racine (1 km 500 au NE du Mont Tendre). D. Aubert signale que la limite Portlandien-Purbeckien est marquée par un calcaire noirâtre très dur et peu recristallisé, riche en matériaux détritiques. Nous étudierons en détail ce faciès dans la région de Vaultion.

a) Coupe de Riondaz-Dessus: Pt 1300 m (fig. 11 et 12).

Berriasien: microbrèche oolithique.

27. Calcaire compact jaunâtre à zones remaniées, Ostracodes et *Globochaete alpina* Lomb. CN disséminés, QD, diam.: 0,045.
26. Calcaire pseudo-oolithique clair, les éléments contiennent des Chara et des Dasycladacées.
25. Calcaire pseudo-oolithique jaunâtre à ciment grumeleux, débris de Chara et Foraminifères. Débris d'un calcaire rubéfié. QD, diam.: 0,030.

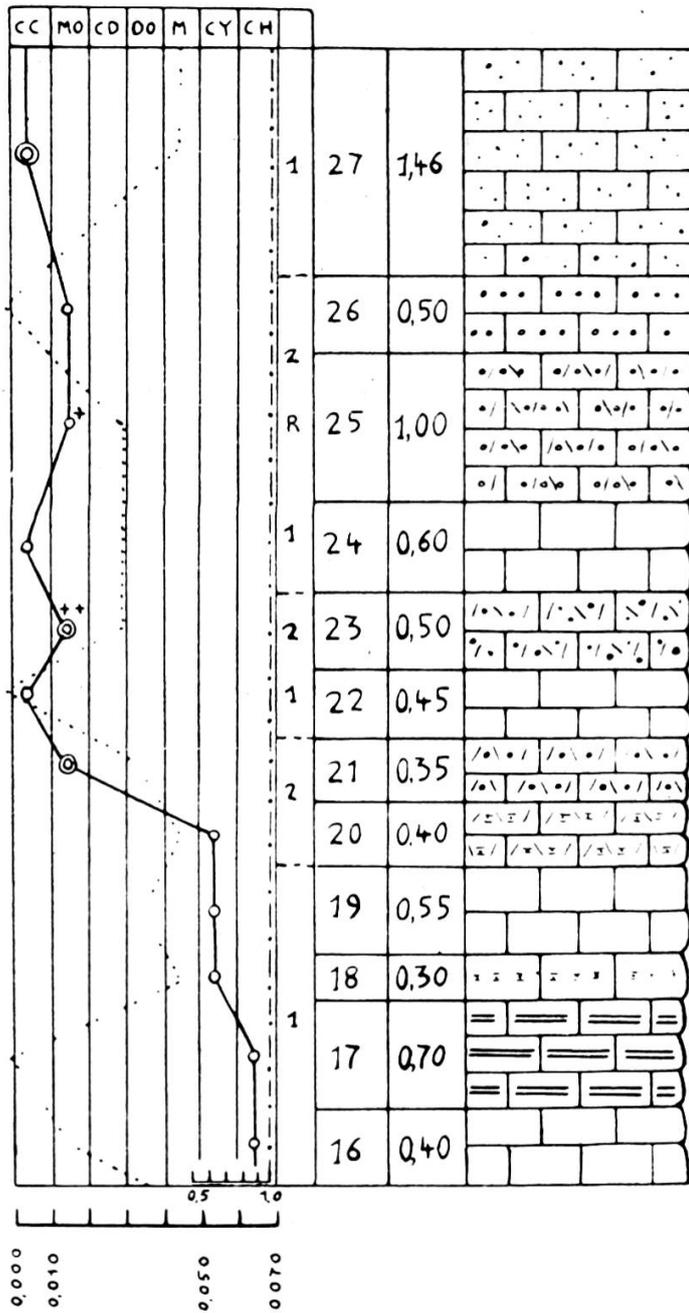


Fig. 12.

Coupe de Riondaz-Dessus (suite).
Echelle 1: 75.

- 22. Calcaire compact clair.
- 21. Calcaire micro-bréchiqne et pseudo-oolithique clair à Chara, Clypeines, Textularidés et Ostracodes. Petits CN, QD, diam.: 0,035.

20. Calcaire très grumeleux à Chara, Clypeines et Ostracodes QD, diam.: 0,045.
19. Calcaire grumeleux à Chara, Ostracodes et rares Clypeines. QD, diam.: 0,035.
18. Calcaire fin blanchâtre à Ostracodes et rares Chara, QD, diam.: 0,045.
17. Calcaire compact gris-clair à niveaux schistoïdes.
16. Calcaire compact clair à Chara et Ostracodes, QD, diam.: 0,015.
15. Calcaire grumeleux clair à Chara et Ostracodes. QD, diam.: 0,045.
14. Calcaire micro-grumeleux à Chara et Ostracodes, quelques Gastéropodes, petits CN, QD, diam.: 0,030.
13. Calcaire compact clair à rares Chara, QD, diam.: 0,030.
12. Calcaire grumeleux à débris de Chara et Ostracodes. QD, diam.: 0,045.
11. Calcaire compact clair à débris de Chara et Ostracodes, tests de Lamellibranches, QD, diam.: 0,075.
10. Calcaire grumeleux gris-jaune à *Coscinoconus alp.* et *elong.* et rares Foraminifères. Fe, QD, diam.: 0,045.
9. Calcaire pseudo-oolithique gris à éléments rouges, débris de Chara, tests de Lamellibranches et rares Foraminifères.
8. Calcaire jaune clair finement cristallisé.
7. Calcaire pseudo-oolithique gris à débris de Chara, Clypeines et tests de Lamellibranches. QD, diam.: 0,030.
6. Calcaire compact gris sombre à Chara, Clypeines et Ostracodes. Petits CN.
5. Calcaire micro-conglomératique zoogène à éléments ferrugineux. Textularidés, Miliolidés, *Coscinoconus alpinus* et *elongatus*, Echinodermes, Clypeines, Fe, QD, diam.: 0,030.
4. Calcaire grumeleux et pseudo-oolithique à débris de Chara, Ostracodes et tests de Lamellibranches. Fe, QD, diam.: 0,045.
3. Calcaire compact gris à débris de Chara et d'Ostracodes.
2. Calcaire grumeleux jaune clair, Textularidés, Miliolidés, Lamellibranches, Echinodermes, *Coscinoconus alpinus* et *elongatus*, Fe.

1. Calcaire faiblement dolomitique jaune-orange, cristallisé et vacuolaire. C/S = 0,95.

Epaisseur totale: 15 m 61.

Portlandien: dolomie caverneuse.

Détail de la coupe :

1. *Couches marines inférieures* (niveaux 1 à 10). — La série lithologique comprend:

1. Calcaire compact,
2. Calcaire oolithique,
3. Calcaire dolomitique.

Le premier cycle d'affaissement (3, 2) est suivi par un soulèvement qui atteint le stade lacustre-saumâtre. Les dernières séries cycliques indiquent par leur symétrie (2, 1, 2, 1, 2, 1) deux oscillations avant l'émersion principale.

L'apparition du fer se fait toujours au terme moyen, donc dans les calcaires oolithiques.

2. *Couches lacustres* (niveaux 11 à 20). — Elles forment un ensemble symétrique représenté par des calcaires à Chara (2) encadré par des calcaires à Ostracodes (1).

3. *Couches marines supérieures* (niveaux 21 à 27). — Nous retrouvons la même série des couches inférieures, cependant le terme supérieur dolomitique n'est pas atteint, la série restant dans des profondeurs plus grandes. Un cycle avorté réduit au terme 2 fait le passage depuis les couches lacustres, ensuite se développe un cycle asymétrique incomplet (1-2) et de nouveau une oscillation parfaitement symétrique (1-2-1) termine les couches purbeckiennes. On peut refaire ici l'observation sur la présence du fer dans le terme 2.

Minéraux :

1. *Le quartz*. — Très abondant dans cette coupe, il est parfaitement lié aux oscillations de la courbe des faciès, son diamètre maximum se présente dans les couches de passage au milieu lacustre, avec 0,075 mm puis l'on retrouve le minimum

des couches à Chara, ensuite le parallélisme des deux courbes reprend.

2. *Le fer.* — Toujours liés aux termes 2 des cycles marins, les oxydes de fer sont ici absents dans la série lacustre.

b) *Coupe de Chez Villard*: Pt 1260 m (fig.13 et 14).

Berriasien: microbrèche oolithique jaunâtre.

34. Microbrèche oolithique jaunâtre.
 33. Calcaire compact pseudo-oolithique jaune à Dasycladacées, *Coscinococonus alp.* et *elong.*, Foraminifères, Echinodermes, Lamellibranches. QD, diam.: 0,075, Fe.
 32. Calcaire compact clair microgrumeleux, à rares débris de Chara et d'Ostracodes. QD, diam.: 0,045.
 31. Calcaire quartzifié blanc. Fe.
 30. Calcaire pseudo-oolithique jaunâtre à Foraminifères, Chara et Ostracodes, Fe, QD, diam.: 0,015.
 29. Microbrèche oolithique jaune à Foraminifères, Echinodermes et Lamellibranches.
 28. Calcaire grumeleux à débris de Chara, Clypeines et Ostracodes. Fe.
 27. Microbrèche oolithique jaune à Dasycladacées, Chara et Foraminifères.
 26. Calcaire grumeleux clair sans organismes.
 25. Microbrèche calcaire à débris de Chara. QD, diam.: 0,030.
 24. Calcaire vacuolaire jaunâtre.
 23. Calcaire compact clair sans organismes.
 22. Calcaire bréchtique jaunâtre à Chara et Ostracodes, quartz secondaire.
 21. Calcaire compact micro-grumeleux à débris organiques recristallisés, QD, diam.: 0,060.
 20. Calcaire compact clair sans organismes.
- Niveau couvert.
19. Calcaire compact à Chara et Ostracodes. Fe.
 18. Calcaire faiblement dolomitique jaune farineux. C/S = 0,96.
 17. Marne dolomitique jaune clair. C/S = 0,80.
 16. Calcaire compact à Chara et Ostracodes, quelques Clypeines. QD, diam.: 0,015.

15. Calcaire compact clair sans organismes.
14. Calcaire micro-grumeleux à Fucacées. QD, diam.: 0,015.
13. Marno-calcaire plaqueté sans organismes.
12. Calcaire grumeleux gris-jaune à Ostracodes et rares Chara, petits CN, Fe, QD, diam.: 0,030.
11. Calcaire compact clair à petits débris de Chara et d'Ostracodes. QD, diam.: 0,045.
10. Brèche calcaire recristallisée (diamètre maximum des éléments: 4 cm).
9. Microbrèche calcaire à CN, Ostracodes, rares Foraminifères et Chara, Fe.
8. Brèche calcaire recristallisée (diamètre maximum des éléments: 4 cm).
7. Calcaire compact clair à débris d'Ostracodes et de Chara. QD, diam.: 0,015.
6. Calcaire grumeleux jaunâtre à Ostracodes et de Chara, Fe, QD, diam.: 0,075.
5. Microbrèche calcaire jaunâtre à Ostracodes et Chara. Fe, quartz secondaire.
4. Brèche calcaire à ciment dolomitique.
3. Microbrèche calcaire jaune à géodes de recristallisation.
2. Calcaire compact jaunâtre à traînées ferrugineuses.
1. Alternances confuses de calcaire dolomitique cristallisé ($C/D = 0,72$) et de marne dolomitique jaunâtre ($C/S = 0,81$) avec passage vers le bas à la dolomie vacuolaire.

Epaisseur totale: 15 m 55.

Portlandien: dolomie vacuolaire.

Détail de la coupe:

1. *Couches marines inférieures* (niveaux 1 à 5). — Elles se composent d'alternances confuses de calcaires dolomitiques et de marnes dolomitiques, esquissant des cycles incomplets, dépourvus de leur terme moyen: les brèches dolomitiques.

2. *Couches lacustres* (niveaux 6 à 25). — Les couches d'eau douce ne sont pas continues sur toute leur épaisseur, par deux

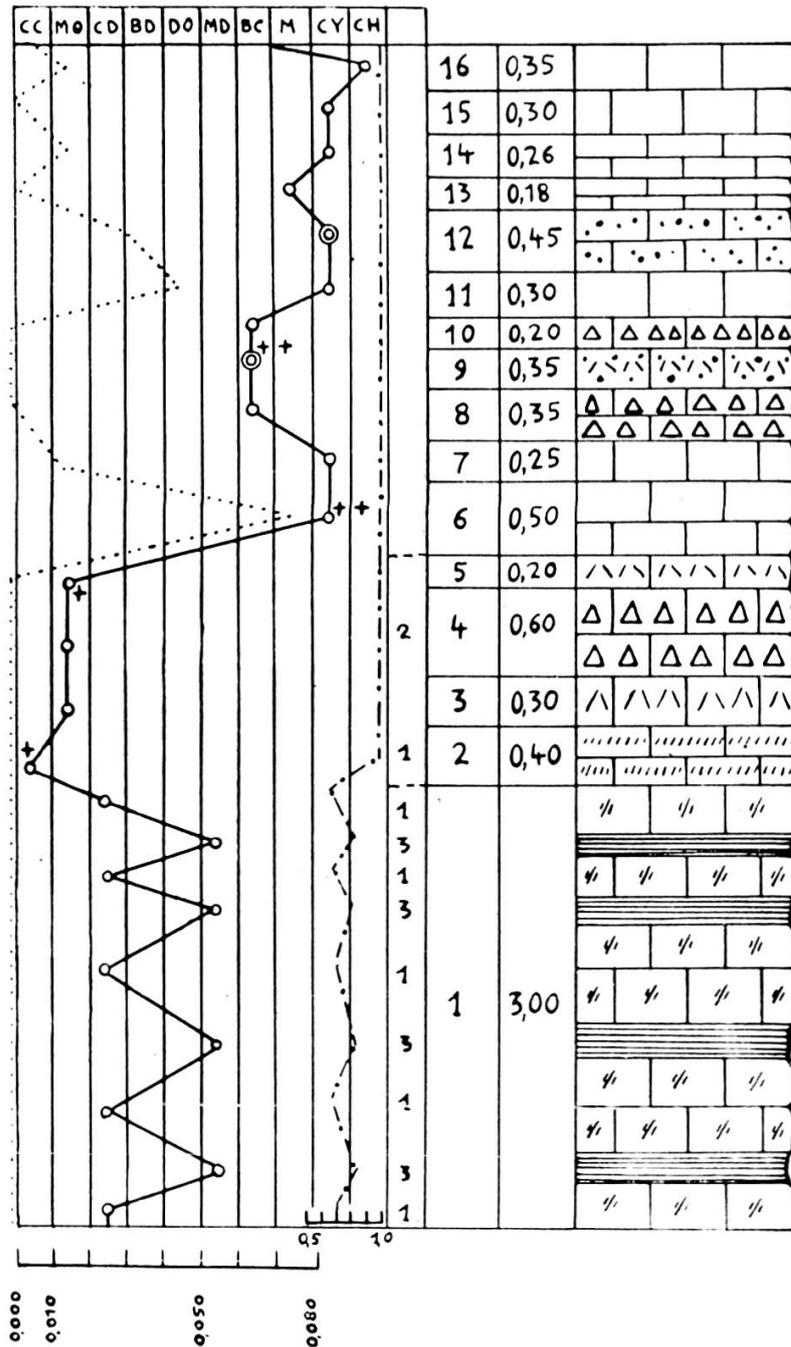


Fig. 13.
Coupe de Chez Villard.
Echelle 1: 75.

fois l'eau marine viendra troubler la sédimentation. La première invasion, peu importante, se marque dans les couches 8 à 10, par des brèches et des microbrèches calcaires à CN, témoignant des mouvements du fond. Ensuite la série lacustre est de nou-

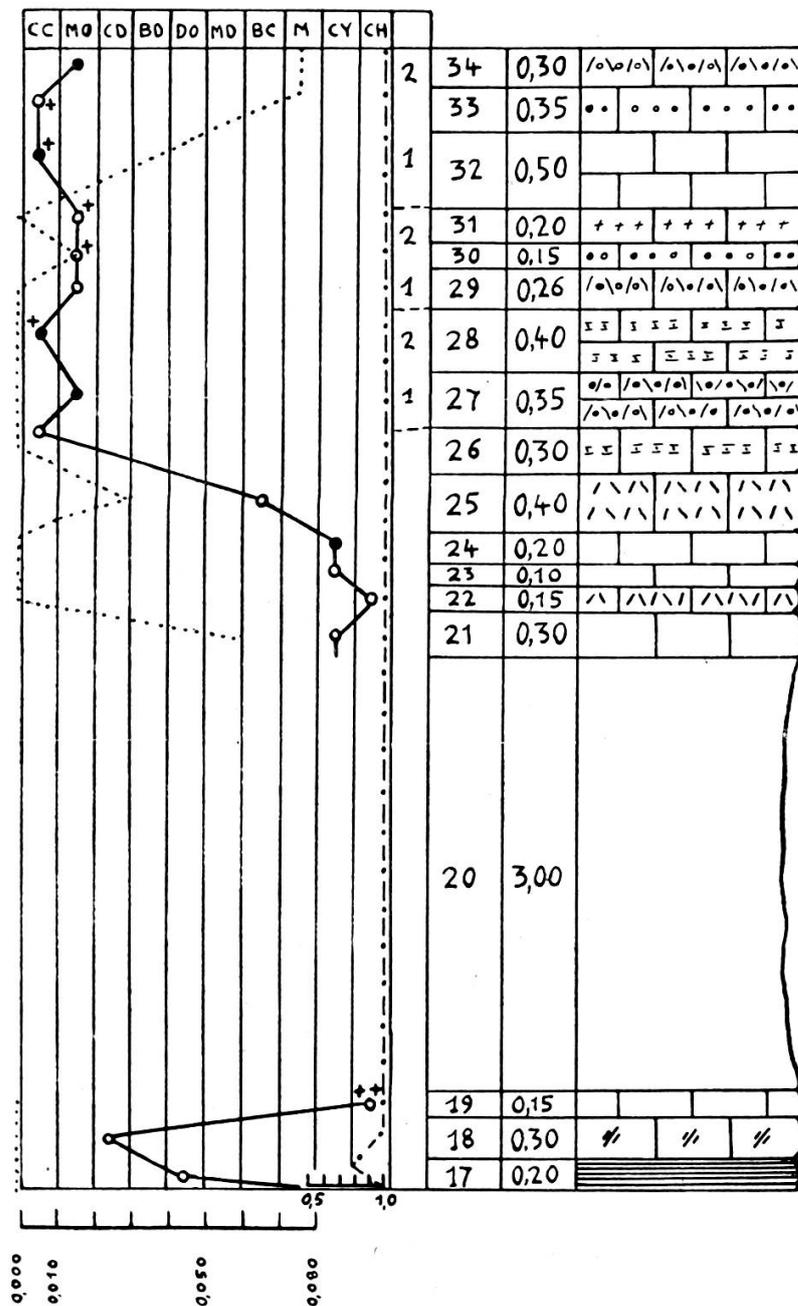


Fig. 14.
 Coupe de Chez Villard (suite).
 Echelle 1: 75.

veau coupée par la seconde invasion marine (niveaux 17 à 18) qui apporte des marnes et calcaires dolomitiques, puis pour la dernière fois une couche de calcaire à Chara se présente avant les niveaux marins supérieurs.

3. *Couches marines supérieures* (niveaux 26 à 34). — Les cycles sédimentaires se composent ici de deux termes :

1. Calcaire compact,
2. Microbrèche oolithique.

Trois cycles complets se succèdent jusqu'aux microbrèches oolithiques jaunes du Crétacé inférieur. L'arrivée du fer se fait soit aux termes 2, soit plus rarement aux termes 1.

Minéraux :

1. *Le quartz*. — Absent dans les couches dolomitiques de base, il atteint son diamètre maximum de 0,045 mm pendant les deux premières émergences, puis son diamètre diminue rapidement et il semble indépendant des oscillations de la partie supérieure de la série.

2. *Le fer*. — Il est peu développé dans cette coupe, sa liaison, en milieu marin, avec les termes 1 et 2 des cycles est nette, en milieu lacustre, la teneur devient assez forte aux maxima de la courbe des faciès.

c) *Mont Tendre-Le Mazel*.

Nous ne pouvons rien ajouter à ce que D. Aubert écrit dans (3) : « Sur le chemin qui conduit de la Racine au Chalet de Yens, sur le versant NW du Mont Tendre, on peut observer, intercalé dans des formations dolomitiques, un calcaire microgrenu à petits CN, tout à fait semblable à ceux que l'on trouve plus haut dans les brèches purbeckiennes. » Malheureusement, aucune coupe n'est possible dans cette région, nous pouvons seulement confirmer que la base du Purbeckien y est formée par une brèche grossière, à éléments anguleux oxydés d'origine portlandienne, ensuite viennent les calcaires gris à Chara. C'est exactement la même série que l'on observe à Marais-Rouge, nous reviendrons plus loin sur cette comparaison.

III. *Région de Vaulion-Col du Mollendruz-Premier*.

Depuis l'étude de Maillard (74), la coupe de Vaulion a été passablement dégagée lors de la construction de la route can-

tonale; on peut la voir complète au S du point 1131 m, à Pétra-felix.

Une autre coupe, décrite par T. Nolthenius (94), se voyait dans le lit du ruisseau du bois de Mollendruz; actuellement elle est en partie masquée par des glissements, cependant nous avons pu en vérifier certaines parties et, abstraction faite des éboulis et du manque de précision qui en résulte, elle nous a fourni de précieuses indications.

Afin de savoir quelle est l'allure du Purbeckien vers le S, nous avons encore effectué une coupe au N du village de Premier, dans le bois de la Rapettaz (point 916 m), au-dessus de Romainmôtier.

a) *Coupe de Vaulion-Pétrafelix*: Pt 1131 m (fig. 15).

Berriasien: calcaire oolithique jaunâtre.

17. Calcaire oolithique à éléments de calcaire rubéfié. Ciment à Ostracodes. Fe.
16. Calcaire bréchique et pseudo-oolithique à débris de calcaire rubéfié. Ciment à Ostracodes et Dasycladacées. QD, diam.: 0,045.
15. Calcaire pseudo-oolithique à éléments de calcaire rubéfié à Chara et Foraminifères. Ciment grumeleux à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,015.
14. Calcaire compact clair à Chara et Ostracodes. QD, diam.: 0,030.
13. Calcaire compact gris-jaune à Chara et Ostracodes. QD, diam.: 0,030.
12. Calcaire compact gris à Chara et Ostracodes.
11. Calcaire micro-conglomératique à éléments brun-noir à Fucacées. Ciment à Chara, Ostracodes et rares Foraminifères. Fe, QD, diam.: 0,030.
10. Calcaire compact clair, en gros bancs, schisteux à la base. Rares Ostracodes, Fe, QD, diam.: 0,030.
9. Alternances de micro-poudingue multicolore à éléments noirs, ciment à Ostracodes et Lamellibranches, Fe, QD, diam.: 0,100, avec des marnes brunes plaquetées à petits CN. Fe.

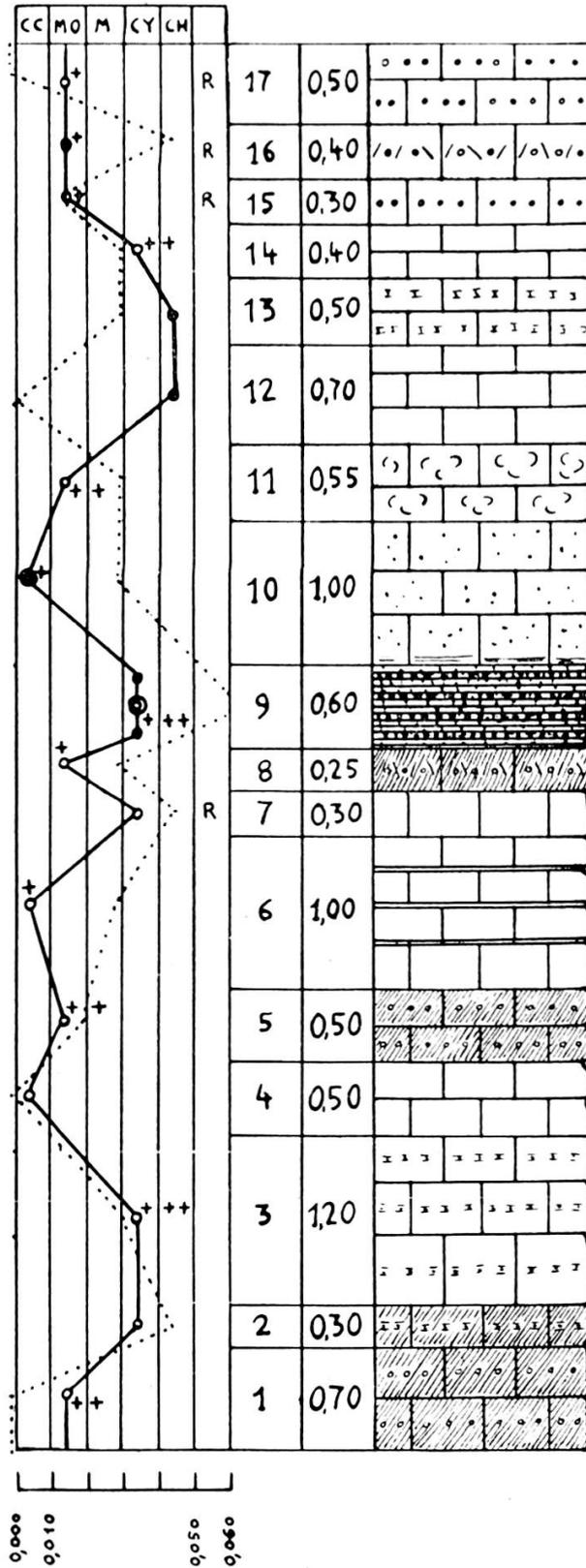


Fig. 15.
 Coupe de Vaulion-Pétrafelix.
 Echelle 1: 75.

8. Calcaire micro-bréchiq ue et pseudo-oolithique à éléments bruns et bleutés, rares Ostracodes. QD, diam.: 0,030. Fe.
7. Calcaire compact clair à Chara et Ostracodes, débris de calcaire rubéfié. QD, diam.: 0,045.
6. Calcaire compact clair conglomératique à zones schisteuses, Chara, Fucacées et débris de bois flottés, Fe, QD, diam.: 0,030.
5. Calcaire grumeleux et pseudo-oolithique à éléments bleutés. Ciment à Ostracodes et Lamellibranches. QD, diam.: 0,020, Fe.
4. Calcaire compact clair à grain fin, par places conglomératique, à thalles et Fucacées recristallisés.
3. Calcaire grumeleux jaune à débris de Chara, conglomératique par places, Fe, QD, diam.: 0,030.
2. Calcaire grumeleux sapropélien bleu-noir à zones de concentration, Chara, Ostracodes et rares Foraminifères. QD, diam.: 0,045.
1. Calcaire grumeleux et pseudo-oolithique sapropélien bleu-noir à Chara, Foraminifères, Dasycladacées et Lamellibranches. Fe.

Epaisseur totale: 9 m 70.

Portlandien: calcaire compact blanc, conglomératique par endroits, devenant plaqueté vers le bas.

Détail de la coupe :

La série de Vaulion-Pétrafélix montre une histoire géologique assez mouvementée, les couches de base (1 à 3) sont de teinte bleu-noir et lacustres, puis viennent des sédiments marins à Fucacées (4 à 6) faisant passage à des termes lacustres riches en cailloux noirs et en brèches multicolores. La mer revient ensuite avec des calcaires compacts et pseudo-oolithiques (niveaux 10 et 11). Puis la sédimentation lacustre reprend avec des calcaires à Chara (12 à 14), ensuite l'enfoncement final est marqué par des calcaires oolithiques, à débris de calcaires rubéfiés assez riches en Dasycladacées.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Parallélisme très net entre la courbe de variation du quartz et celle des faciès, le maximum atteint ici: 0,102 mm.

2. *Le fer.* — Très abondant dans cette série, la teneur maximum correspond aux émerisions et la liaison avec la courbe des faciès est assez bonne.

b) *Coupe du ruisseau du bois de Mollendruz* (fig. 16, 17, 18).

En reprenant l'étude de cette coupe, nous nous sommes aperçu que la plupart des éboulis décrits par Nolthenius (94) couvraient en réalité les contacts entre certains bancs. Nous avons donc figuré *la coupe comme continue* afin d'avoir une idée de l'ensemble.

Berriasien: microbrèche oolithique jaunâtre.

18. Calcaire compact gris à oolithes fondues, en haut irrégulières, en bas régulières.
17. Calcaire marneux à oolithes noires, débris de bivalves et oursins.
16. Calcaire marneux à Chara et Foraminifères, petits débris de CN.
15. Calcaire oolithique clair.
14. Microbrèche oolithique gris foncé.
13. Calcaire compact gris à Chara, petits débris de CN.
12. Microbrèche gris blanche à cassure porcelanée, à Chara et *Coprolithus salevensis* Par. Rares débris de CN.
11. Calcaire oolithique gris à Foraminifères.
10. Calcaire compact porcelané gris, à traînées oolithiques à Chara.
9. Calcaire oolithique gris-brun.
8. Calcaire oolithique gris-brun.
7. Microbrèche compacte, très fine à Foraminifères, petits débris de CN.
6. Calcaire compact gris.
5. Conglomérat polygénique analogue à celui du niveau n° 3.

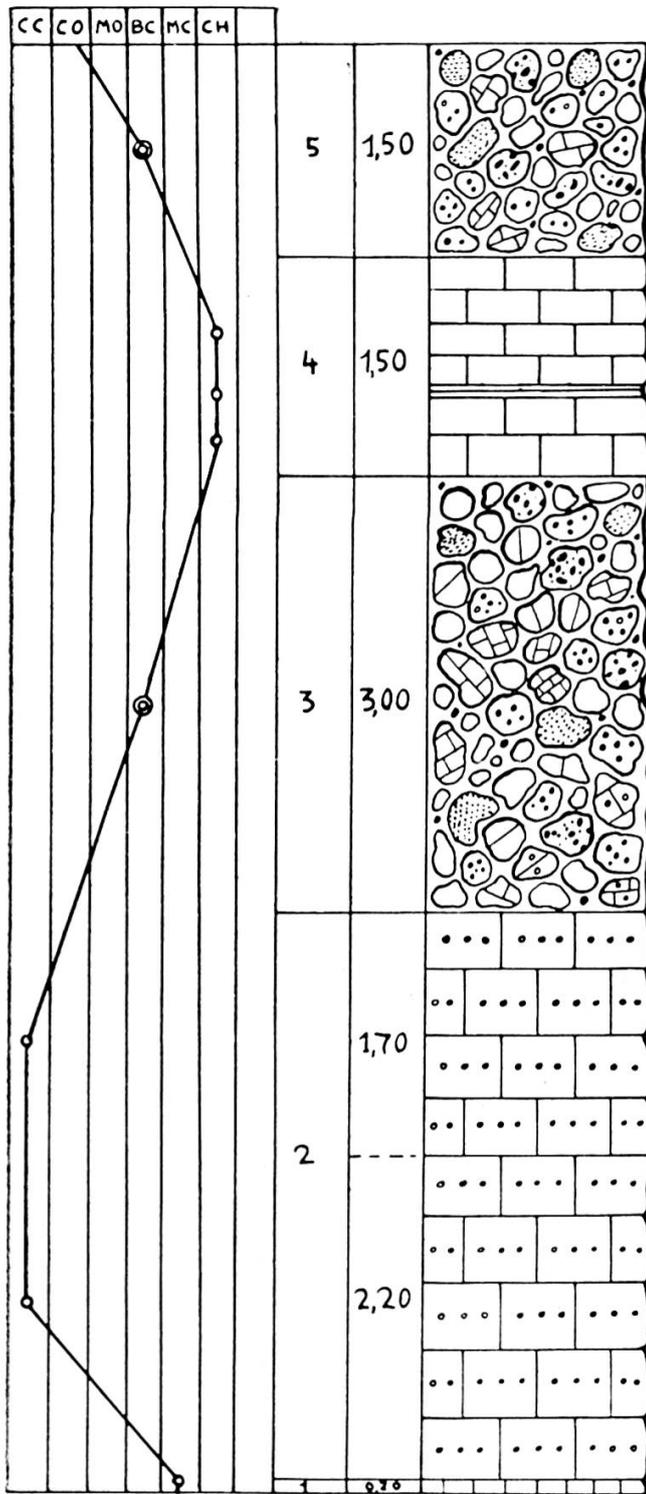


Fig. 16.
 Coupe du bois de Mollendruz.
 Echelle 1:75.

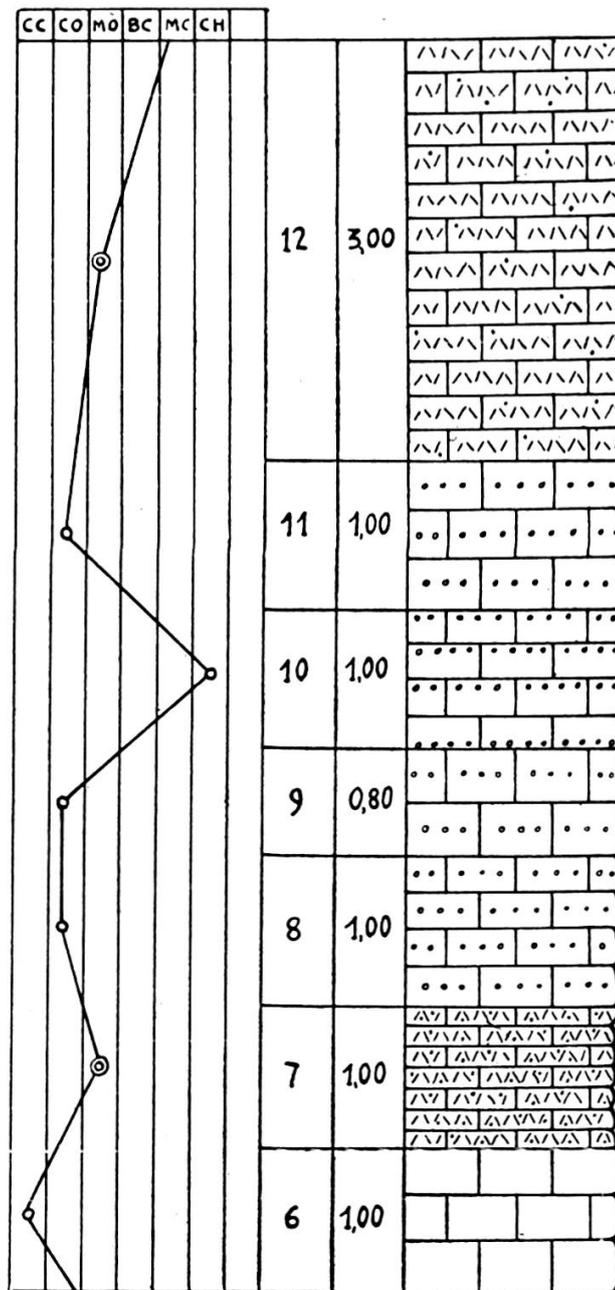


Fig. 17.

Coupe du bois de Mollendruz (*suite*).

Echelle 1:75.

4. Niveau formé de deux bancs de calcaire compact gris-bleu fétide avec une intercalation de marne.
3. Conglomérat polygénique avec blocs de:
 - a) calcaire oolithique versicolore à petits CN,
 - b) microbrèche fine à CN,

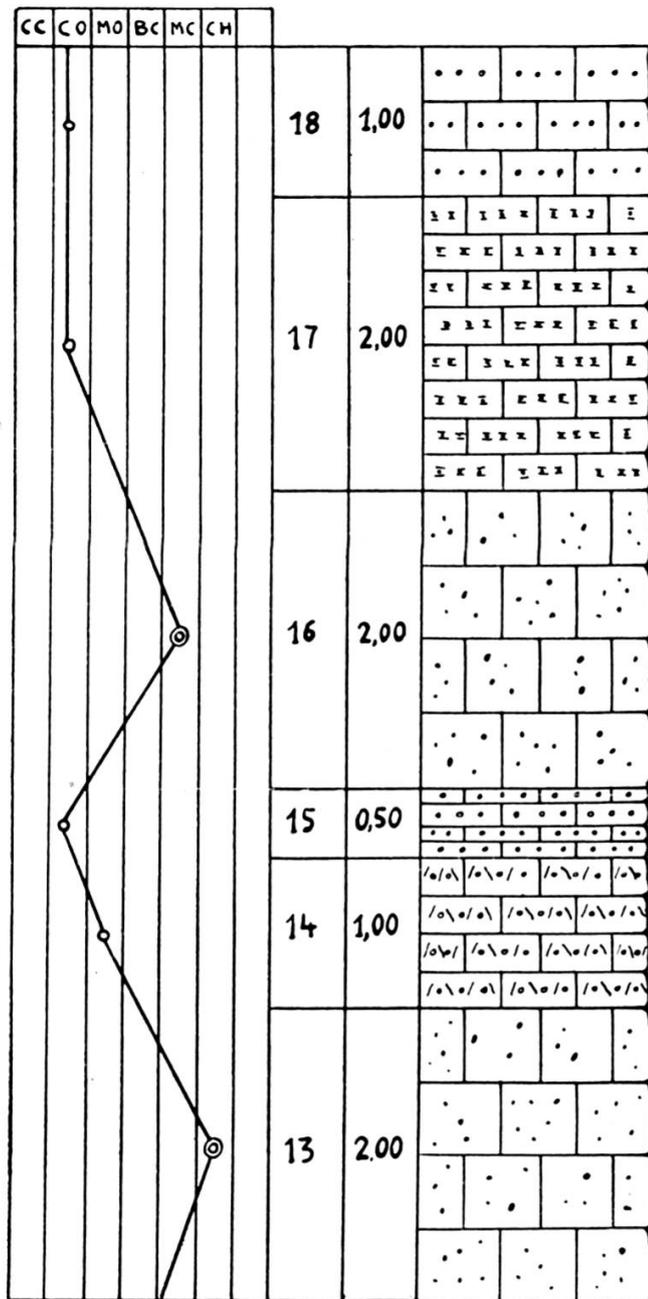


Fig. 18.

Coupe du bois de Mollendruz (suite).

Echelle 1:75.

c) calcaire oolithique gris,

d) micro-poudingue multicolore à Chara dans le ciment et les éléments.

2. Calcaire oolithique fin, gris, compact à *Coprolithus salevensis* Par.

1. Calcaire marneux.

Épaisseur totale: 27 m 40.

Portlandien: calcaire dolomitique compact.

Détail de la coupe:

Cette épaisse série montre des mouvements très atténués du fond de la mer et jusqu'au niveau 9 la série reste entièrement marine, une oscillation symétrique allant du niveau 2 à 6 montre une tendance à l'émergence qui s'est éteinte au stade des marnes. Elle est encadrée par deux épais niveaux de conglo-mérats polygéniques témoignant du déséquilibre du fond marin. Ensuite la série sédimentaire témoigne d'une plus grande agitation, précédée par les arrivées de CN du niveau 7. Trois émer-sions successives se marquent par des couches à Chara avec des CN, séparées par autant d'épisodes marins à calcaires compacts ou à microbrèches oolithiques. Il est téméraire de vouloir déterminer des cycles dans cette série, où seuls les termes extrêmes semblent avoir subsisté.

c) *Coupe de Premier*: Bois de la Rapettaz (fig. 19).

Contrastant avec la coupe précédente, les couches pur-beckiennes ne dépassent ici pas 5 m d'épaisseur et se présentent comme suit:

Berriasien: calcaire oolithique et échinodermique jaune.

8. Marnes compactes gris-jaunes.
7. Calcaire microbréchiq ue et pseudo-oolithique à Ostracodes, Echinodermes, Lamellibranches et Miliolidés, QD, diam.: 0,055.
6. Calcaire compact clair à Chara noires, Clypeines et Ostra-codes.
5. Calcaire compact à zones pseudo-oolithiques. Echinodermes, Dasycladacées, QD, diam.: 0,015.
4. Calcaire compact jaunâtre à Ostracodes, *Coscinoconus*, Miliolidés et Dasycladacées, QD, diam.: 0,045.
3. Calcaire pseudo-oolithique à Textularidés, Miliolidés, Echinodermes, *Coscinoconus*.

- 2. Calcaire compact clair pseudo-oolithique à débris de Chara. Miliolidés, Lamellibranches, Fe, QD, diam.: 0,030.
- 1. Calcaire compact gris azoïque.

Epaisseur totale: 4 m 75.

Portlandien: calcaire compact plaqueté.

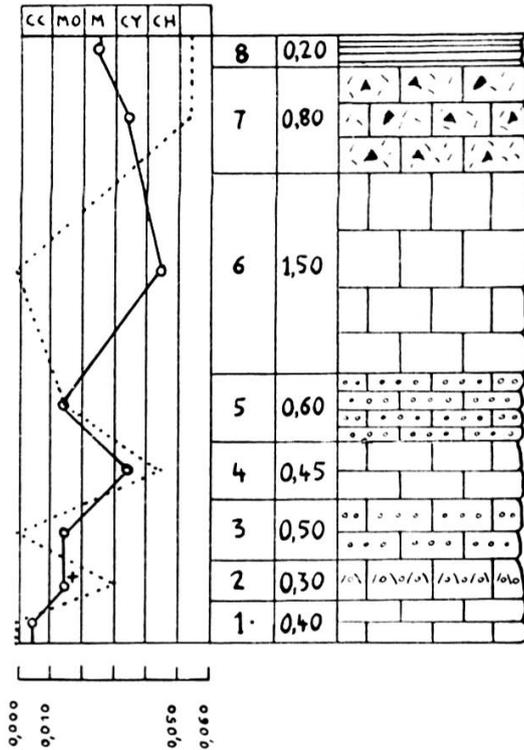


Fig. 19.
Coupe de Premier.
Echelle 1: 75.

Détail de la coupe :

Cette série complète, malgré son épaisseur réduite, débute par des couches marines, puis une tendance à l'émersion se dessine par le calcaire à Ostracodes du niveau 4, ensuite le milieu marin fait apparition avec des calcaires pseudo-oolithiques précédant une nette émersion avec calcaires à Chara (niveau 6), suivis par les faciès saumâtres à Dasycladacées préluant à la transgression crétacée.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Les variations de diamètre sont assez nettement liées à celles des faciès, le maximum de 0,045 est atteint avec la première émergence, puis on retrouve le minimum correspondant aux calcaires à Chara. Le diamètre augmente de nouveau fortement (diam. : 0,055) dans les marnes supérieures.

2. *Le fer.* — Il est presque absent.

IV. Région de Ballaigues-Les Clées.

Maillard (74) a signalé à Ballaigues de rares affleurements qu'il nous a été impossible de retrouver. Voici ce qu'il écrit : « Les couches d'eau douce sont remplacées par des brèches à cailloux noirs, à ciment calcaire, on trouve épars dans la roche des débris de grès et de brèches. Les marnes à gypse sont dures, noires et grossières, chargées de bitume en poches. » En ce qui concerne Les Clées, il a noté : « Les marnes supérieures calcaires gris-brun, à grains noirs, charbonneuses, des cargneules, des argiles lourdes, grises et bitumineuses, et les marnes noires à cristaux de quartz. »

Nous sommes ici à la limite du faciès des marnes à gypse qui se développent largement au N, et dans la coupe des Clées le faciès va changer assez rapidement.

Dans la même région, Nolthenius (94) signale des traces charbonneuses, en face du viaduc du chemin de fer du Day et au même endroit, une surface plane sur un calcaire oolithique qui représente soit la base du Valanginien, soit le haut du Purbeckien. Depuis cette surface qui est recouverte par une mince couche de marne, des trous de lithophages descendent dans le calcaire. Dernièrement, Custer (25) a donné une stratigraphie de la coupe des Clées, malheureusement bien incomplète, mais dont nous avons retrouvé la plupart des niveaux.

Coupe des Clées (fig. 20).

Berriasien : calcaire échinodermique jaunâtre.

15. Calcaire oolithique et pseudo-oolithique brun clair à ciment calcitique. Les éléments contiennent : Chara, Ostracodes,

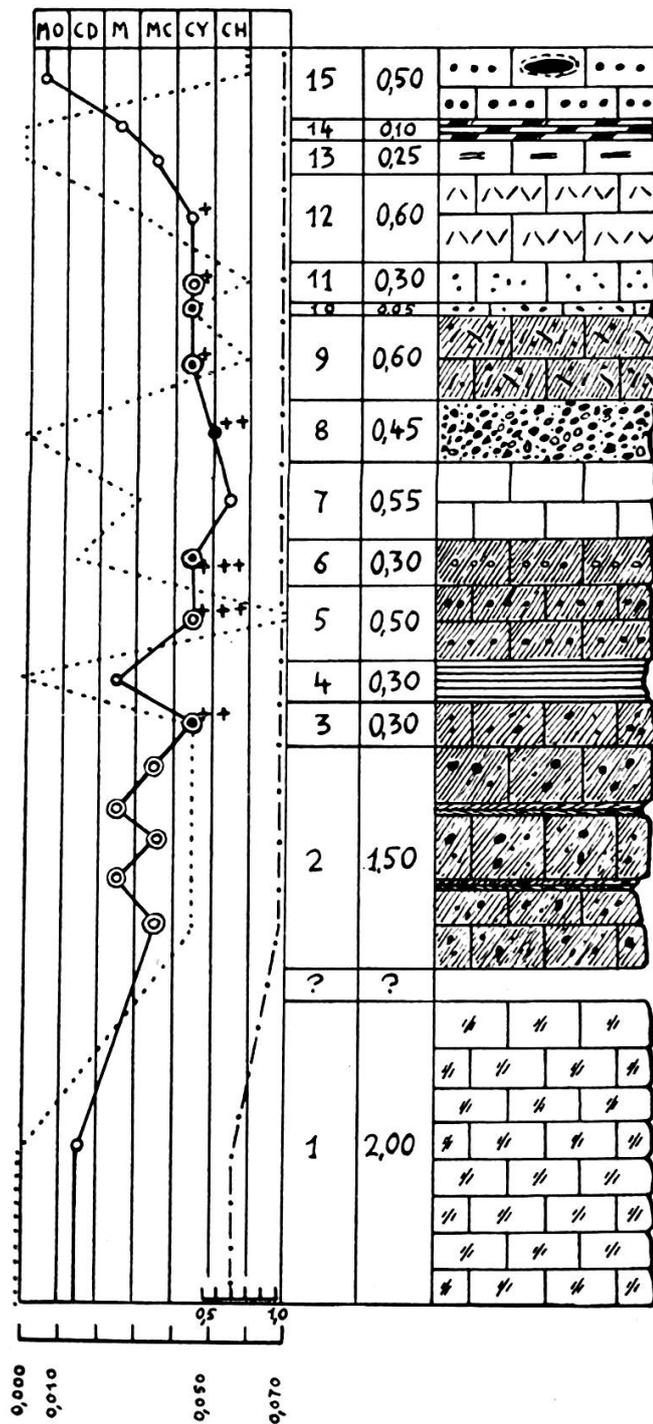


Fig. 20.
Coupe des Clées.
Echelle 1:75.

- Foraminifères et Dasycladacées. Fe, QD, diam.: 0,060. Par places délits marneux et une lentille de charbon.
14. Marnes grumeleuses brunes, à zones bitumineuses.
 13. Marno-calcaire tendre verdâtre, sans fossiles.
 12. Calcaire microbréchiq. à rares Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,030.
 11. Calcaire compact microgrumeleux à Chara, Ostracodes et CN à Chara. Fe, QD, diam.: 0,060.
 10. Calcaire marneux grumeleux gris à Chara, Ostracodes et Fucacées. Débris de CN à Chara. Fe, QD, diam.: 0,060.
 9. Calcaire microbréchiq. sapropélien à Chara, Ostracodes, Lamellibranches, Gastéropodes, CN anguleux disséminés, Fe, QD, diam.: 0,060.
 8. Micropoudingue multicolore, ciment calcitique à Chara, Fe.
 7. Calcaire compact grumeleux à Chara, Ostracodes et Gastéropodes, QD, diam.: 0,030.
 6. Calcaire pseudo-oolithique sapropélien à débris rouges. Foraminifères, Chara, Lamellibranches, Fe, QD, diam.: 0,015.
 5. Calcaire pseudo-oolithique sapropélien à zones de concentration de matière organique. Chara, Ostracodes et Fucacées. Fe, QD, diam.: 0,075.
 4. Marnes grumeleuses brunes.
 3. Calcaire microgrumeleux sapropélien à CN en formation dans la pâte. Chara, Ostracodes, Gastéropodes, Fe, QD, diam.: 0,045.
 2. Marnes et marno-calcaires sapropéliens gris-brunâtres à stratification confuse. CN assez gros en formation. Fe, QD, diam.: 0,045.
 1. Calcaire dolomitique caverneux. C/S = 0,71.

Epaisseur totale: environ 8 m 30.

Portlandien: calcaire dolomitique caverneux (cf. niveau n° 1).

Détail de la coupe :

La série des Clées peut-être considérée comme parfaitement symétrique, en effet, le faciès marin marneux persiste jusqu'au

niveau 5, excepté la petite émerision du terme 3. Ensuite la série lacustre s'implante, représentée par des couches à Chara encadrées par des couches à Ostracodes, puis dès le niveau 13, le faciès saumâtre à Dasycladacées lui succède, pour passer graduellement au calcaire échinodermique.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — La variation de diamètre est liée étroitement à la courbe des faciès, le maximum de 0,075 mm est atteint au début de l'émerision, puis on retrouve le minimum correspondant aux couches à Chara, et un nouveau maximum avant l'enfoncement.

2. *Le fer.* — Assez abondant dans cette série, la teneur maximum est atteinte aux ruptures d'équilibre précédant et suivant l'émerision.

V. Région de Baulmes–Six-Fontaines–Côte-aux-Fées– Mont Aubert.

La meilleure coupe des environs de Baulmes est celle du bois de Pipechat au lieu-dit Les Feurtilles. Décrite en premier par Schardt (139), elle a été étudiée ensuite de façon approfondie par Maillard (74, 75), qui y a récolté une faune abondante, surtout dans les couches lacustres et saumâtres supérieures. Rittener (133) mentionne la coupe en disant qu'elle se couvrait de plus en plus. Et récemment Custer (25) signale simplement que le premier banc du Berriasien, est un calcaire oolithique brunâtre, à débris noirs remaniés.

Il subsiste encore un doute au sujet de la coupe de Feurtilles, en effet Schardt signalé à la base une lentille de gypse, Maillard n'en fait aucune mention, et Rittener n'a retrouvé nulle part trace de gypse dans tout le territoire de sa monographie. Notre coupe, comparée avec celles des régions voisines, semble complète, bien que le contact avec les dolomies portlandiennes n'ait pas pu être délimité avec précision. Dans la coupe de Six-Fontaines, nous avons observé une couche de marnes noires compactes, qui pourrait bien être un ultime témoin vers le S

des marnes à gypse. D'autre part tous les affleurements de la Côte-aux-Fées étant mauvais, nous manquons de documents de comparaison précis. Rittener a signalé des fragments de dolomie blanche, saccharoïde, à cristaux de quartz et de carneule jaunâtre (dolomie vacuolaire) entre la Limasse et les Etroits. En tout cas, les marnes à gypse pourraient exister dans la région de la Côte-aux-Fées, mais avec une épaisseur réduite; en revanche dans la zone de Baulmes il n'y a aucun argument en faveur de leur existence.

a) *Coupe de Feurtilles* (fig. 21 et 22).

La base étant invisible, la numérotation a été faite de haut en bas. Pour des raisons graphiques l'échelle de cette coupe a été doublée.

Berriasien: calcaire spathique et échinodermique rose à Térébratules. Débris noirs remaniés.

1. Marne schisteuse jaunâtre sans fossiles.
2. Marno-calcaire grumeleux gris à Ostracodes et débris de Chara. Fe et débris d'un calcaire rubéfié. QD, diam.: 0,075.
3. Calcaire marneux grumeleux gris-verdâtre à Ostracodes et débris de Chara et de graines de conifère. Fe et débris d'un calcaire rubéfié. QD, diam.: 0,060.
4. Marne grumeleuse gris-brun, microconglomératique, à éléments de calcaire clair et noir à Chara. Ciment à Ostracodes, Fe, QD, diam.: 0,045.
5. Calcaire compact clair à Chara et Ostracodes, Gastéropodes, QD, diam.: 0,045.
6. Calcaire microbréchique grumeleux à éléments noirs et rouges, Chara, Ostracodes et Lamellibranches. QD, diam.: 0,050.
7. Marno-calcaire gris-brun grumeleux et schistoïde à rares Ostracodes. QD, diam.: 0,060.
8. Calcaire grumeleux gris-bleu à Ostracodes, Lamellibranches et *Coprolithus salevensis* Par., débris rouges d'un calcaire à Textularidés. QD, diam.: 0,075, base irrégulière.
9. Marne grumeleuse brun-rougeâtre, microconglomératique à éléments de calcaire clair et noir à Chara.

10. Calcaire finement grumeleux gris clair à rares Ostracodes, QD, diam.: 0,075.
11. Marno-calcaire schisteux gris-verdâtre.
12. Calcaire grumeleux. QD, diam.: 0,075.

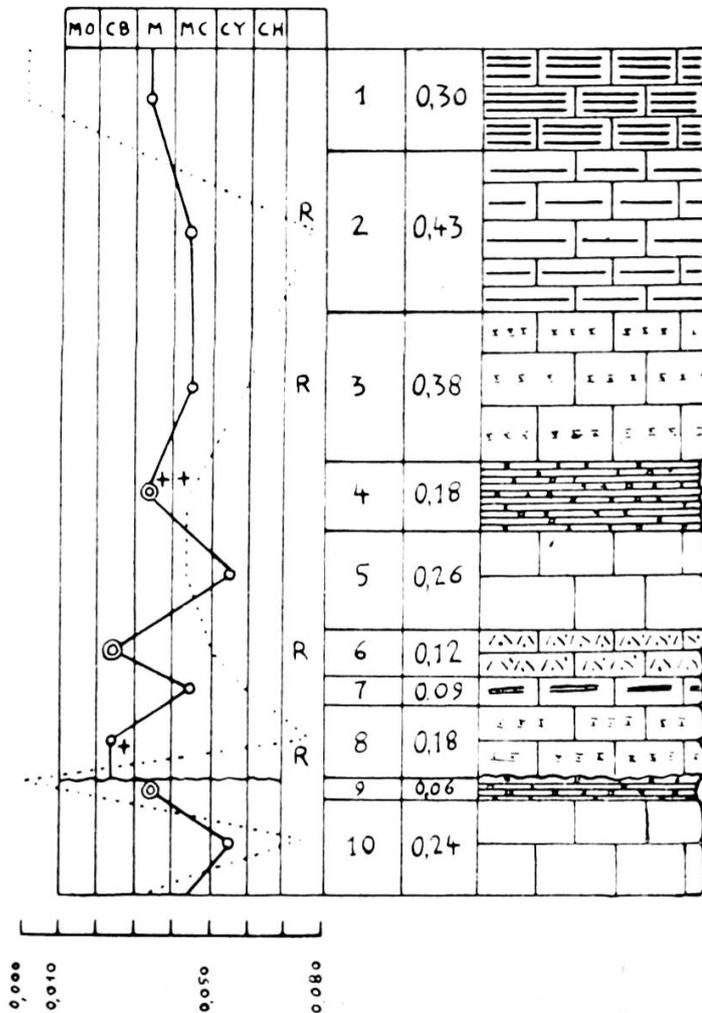


Fig. 21.

Coupe de Feurtilles.
Echelle 1: 35.

13. Même niveau que n° 11.
14. Marno-calcaire grumeleux gris à débris de Chara et d'Ostracodes. QD, diam.: 0,045.
15. Calcaire compact gris clair à débris de Chara et d'Ostracodes.
16. Calcaire microbréchique à Chara et Ostracodes, quelques CN, QD, diam.: 0,060.

- 17. Marno-calcaire grumeleux et schistoïde gris-brun.
- 18. Calcaire finement grumeleux à débris de Chara et Ostracodes, débris de CN, Fe, QD, diam.: 0,015.

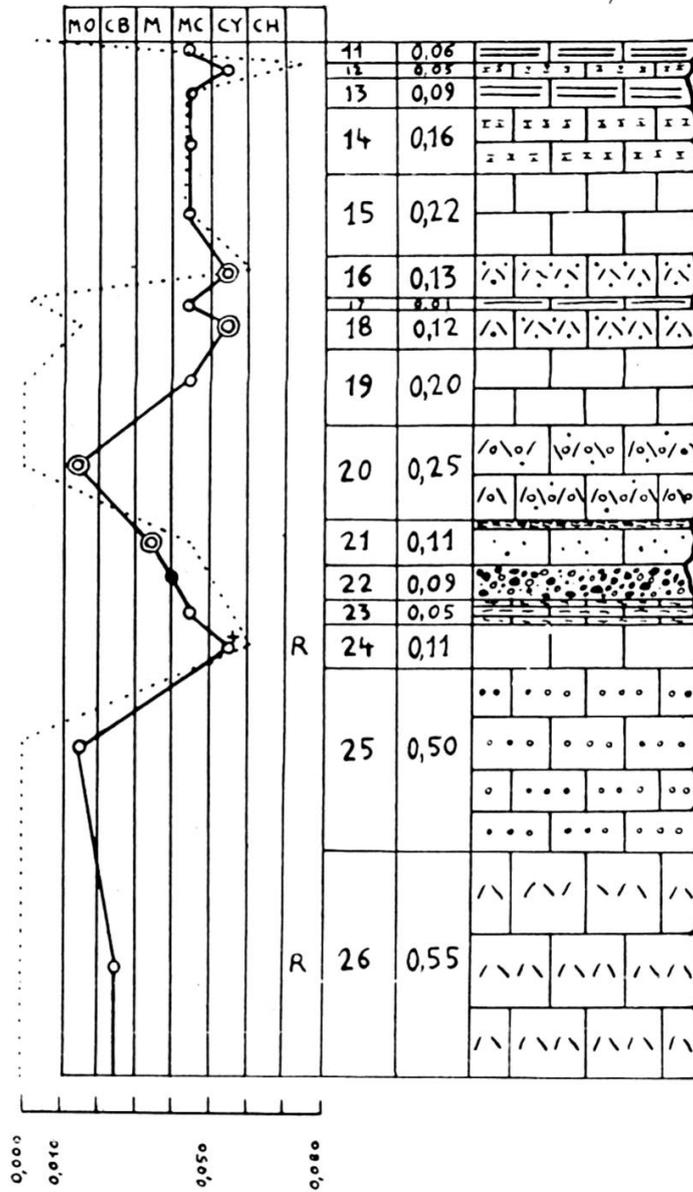


Fig. 22.
Coupe de Feurtilles (suite).
Echelle 1: 35.

- 19. Marno-calcaire compact à Fucacées, en voie de recristallisation.
- 20. Calcaire bréchique, oolithique et pseudo-oolithique par places à Textularidés. Très rares débris de CN.

21. Marne charbonneuse passant vers le bas à un marno-calcaire grumeleux à débris de Chara et d'Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,045.
22. Micro-poudingue multicolore à débris de Chara et Lamelli-branches. QD, diam.: 0,050.
23. Marno-calcaire schisteux à zones charbonneuses et ferrugineuses.
24. Calcaire grumeleux gris à Ostracodes et Chara. Débris de calcaire rubéfié. QD, diam.: 0,060.
25. Calcaire oolithique brun-rosé à Textularidés.
26. Calcaire finement grumeleux à rares Ostracodes. Fe.

Epaisseur totale: 4 m 94.

Portlandien: dolomie vacuolaire ?

Détail de la coupe :

La série de Feurtilles montre une instabilité assez grande. Une tendance à l'émersion assez nette se marque dans les niveaux 24 à 21 accompagnée d'une brèche multicolore. Puis une ingression marine se fait sentir par des calcaires pseudo-oolithiques passant par des couches à Fucacées à un nouveau soulèvement témoigné par des couches marneuses à Ostracodes. L'émersion complète se traduit par la surface d'érosion séparant les niveaux 9 et 8, ce dernier étant marin; ensuite diverses oscillations peu importantes terminent la série, qui, au point de vue faciès, reste dans les marnes à débris flottés de Chara.

Mais à six reprises apparaissent dans les sédiments des débris rubéfiés d'un calcaire compact, contenant parfois des Textularidés. L'arrivée de ces débris est en liaison très nette avec des pointes de la courbe des faciès indiquant des soulèvements. L'origine des débris n'est pas lointaine et il s'agit d'un calcaire marin rappelant le Portlandien. D'autre part, Rittener dédie dans sa monographie, tout un chapitre à une coloration rouge qu'il a observée dans le Jurassique supérieur. Il écrit que la coloration ne dépasse pas les limites de la région comprise entre la Gittaz et le Chasseron, son centre d'intensité est à Sainte-Croix même. Il écarte la possibilité d'une coloration produite pendant la sédimentation et en se basant sur diverses obser-

vations il rapporte les niveaux rouges au Sidérolithique éocène. Mais toutes les fois qu'on les observe dans les calcaires du Portlandien, il manque la couverture crétacée et s'il ne fait aucun doute que la matière colorante a dû pénétrer dans les couches de haut en bas, il n'est pas possible de lui donner un âge. Cependant les débris rouges que nous avons trouvé dans les couches purbeckiennes indiquent l'existence d'un sidérolithique contemporain ayant entamé les couches portlandiennes sous-jacentes.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Liaison assez nette avec les variations de faciès, le maximum est atteint trois fois lors de l'émergence importante qui termine la série lacustre.

2. *Le fer.* — A part les débris remaniés de calcaire rubéfié, les oxydes de fer sont peu importants.

b) *Coupe de Six-Fontaines* (fig. 23).

C'est une des meilleures de la région, elle est observable le long de la voie du chemin de fer, au kilomètre 16,2.

Berriasien: calcaire échinodermique jaunâtre.

15. Marnes grumeleuses jaunes.
14. Marno-calcaire clair finement lité à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,015.
13. Calcaire microgrumeleux bréchique. QD, diam.: 0,020.
12. Calcaire microgrumeleux conglomératique à Chara, Ostracodes et Lamellibranches. Débris de CN, QD, diam.: 0,030.
11. Calcaire compact fin à Chara, Ostracodes et Fucacées vers le bas. Rares débris noirs. Fe, QD, diam.: 0,075.
10. Micropoudingue multicolore à gros éléments noirs, anguleux. Ciment à Chara, Ostracodes, Lamellibranches et Fucacés. Fe, QD, diam.: 0,060.
9. Calcaire microbréchique sapropélien bleu à éléments noirs et clairs. Ciment calcitique à Chara, Ostracodes, Fucacées, Fe.
Surface d'érosion.

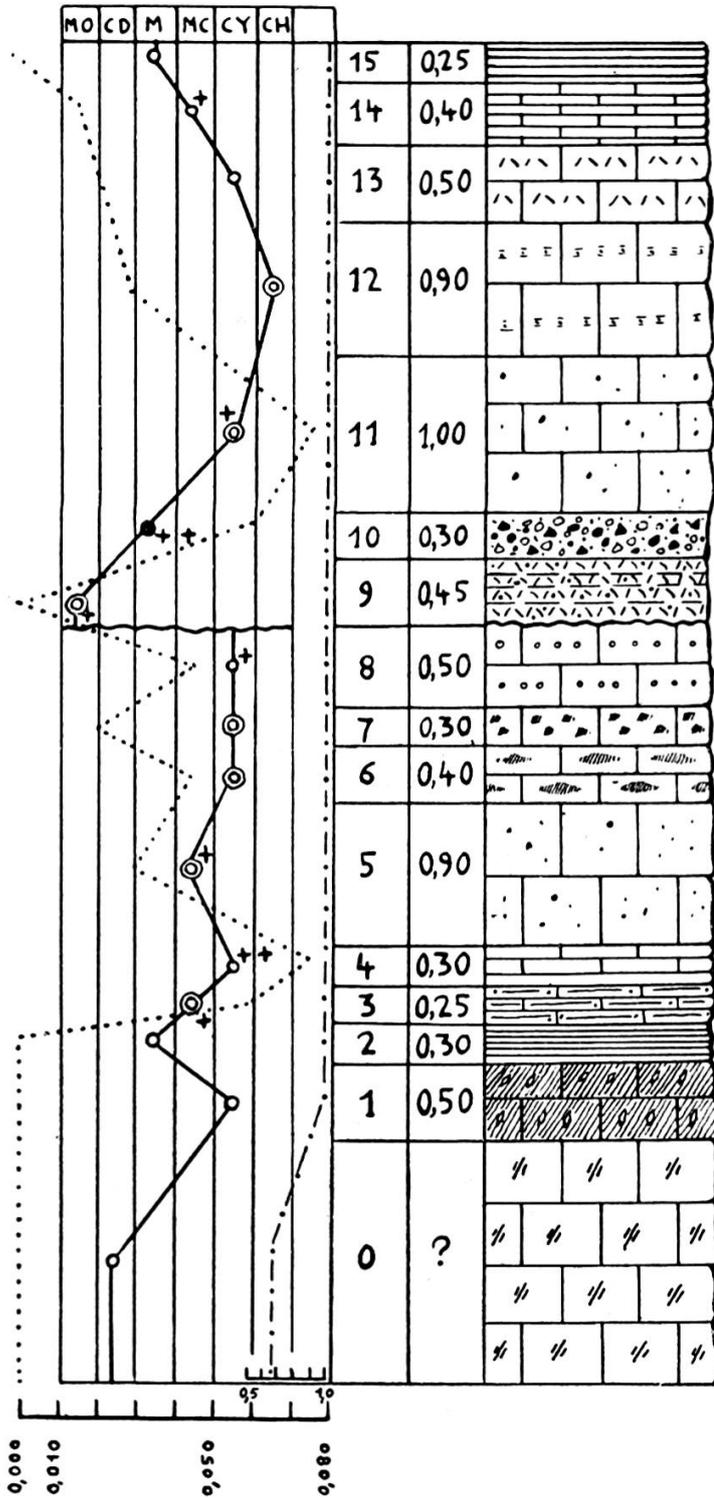


Fig. 23.
 Coupe de Six-Fontaines.
 Echelle 1: 75.

8. Calcaire compact à zones pseudo-oolithiques, Chara, Ostracodes, organismes D, Fe, QD, diam.: 0,045.
7. Calcaire sapropélien bleuté pseudo-oolithique à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,020, CN en formation.
6. Calcaire grumeleux rose à zones bleues de concentration de matière organique sapropélienne. Fe, QD, diam.: 0,045.
5. Marno-calcaire gris microgrumeleux à Ostracodes. Débris de CN. Fe, QD, diam.: 0,030.
4. Calcaire compact plaqueté à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,075.
3. Marno-calcaire gris schisteux à Ostracodes, Chara et Fuca-cées. Fe, QD, diam.: 0,060.
2. Marnes gris-noir compactes.
1. Calcaire sapropélien brun à cristaux de quartz secondaire. Ciment cristallin à Fe et matières organiques.

Epaisseur totale: 7 m 25.

Portlandien: calcaire dolomitique vacuolaire. C/S = 0,71.

Détail de la coupe:

Le faciès marin domine depuis la base jusqu'au niveau 2, où les marnes compactes noires pourraient être un équivalent réduit des marnes à gypse. Ensuite les calcaires à Ostracodes se développent jusqu'au niveau 8 marqué à son sommet par une surface d'érosion témoignant d'une émerision. Au niveau 9, le faciès marin reprend avec des microbrèches pseudo-oolithiques, puis se produit une nouvelle émerision parfaitement symétrique, représentée par des couches à Chara encadrées par des niveaux à Ostracodes. Enfin des marnes jaunâtres précèdent les calcaires échinodermiques infra-valanginiens.

Minéraux:

1. *Le quartz*. — En gros, similitude de la courbe du quartz et de celle des faciès, maximum: 0,075 mm aux deux émerisions.
2. *Le fer*. — Assez fréquent avec des teneurs maxima aux émerisions et aux ruptures d'équilibre.

c) *Mont Aubert-Saint-Aubin.*

Le Purbeckien qui ceinture le Mont Aubert n'est jamais visible en coupe complète. Avec mon camarade M. Haarsma, qui fait sa thèse dans cette région, nous avons trouvé au Pré-Marillier, au-dessous de Provence, les couches dolomitiques de base et les couches lacustres. La série purbeckienne qui ne dépasse pas 10 m d'épaisseur, s'établit en gros ainsi :

1. *Couches saumâtres supérieures.* — Ce sont des calcaires bréchiques et pseudo-oolithiques versicolores, parfois à éléments noirâtres, à Foraminifères (*Pseudocyclamina* sp.), Echinodermes, Ostracodes, Dasycladacées, tests de Lamellibranches et Brachiopodes.

2. *Couches lacustres.* — Les calcaires à Chara, Ostracodes et Clypeines alternent avec des micropoudingues multicolores.

3. *Couches marines inférieures.* — Elles sont formées par des dolomies grossières et des calcaires dolomitiques.

Cette série concorde parfaitement dans ses grandes lignes avec celles de la région de Baulmes-Six-Fontaines et même des Clées, où apparaît aussi une grosse brèche multicolore.

L'étude de Ch. Thiébaud (152) de la région Travers-Saint-Aubin n'apporte aucun indice sur les faciès du Purbeckien, si ce n'est la présence de brèches multicolores en quelques endroits.

VI. *Région des Verrières-La Brévine.*

Nous n'avons pas pu faire mieux que Muhlethaler (92) qui a levé la carte des environs des Verrières. Les affleurements sont presque inexistants, ce sont le plus souvent les couches lacustres, représentées par des marno-calcaires, des marnes avec souvent de petits CN. Cet auteur signale encore à la hauteur du réservoir de Meudon, mais sur territoire français, une mince couche de cargneule jaunâtre et des calcaires marneux cloisonnés. Nulle part les marnes à gypse sont visibles, bien qu'elles aient été exploitées dans la région au siècle passé. Muhlethaler

signale encore dans les déblais de la galerie des Bayards, une brèche multicolore à gros fragments noirs.

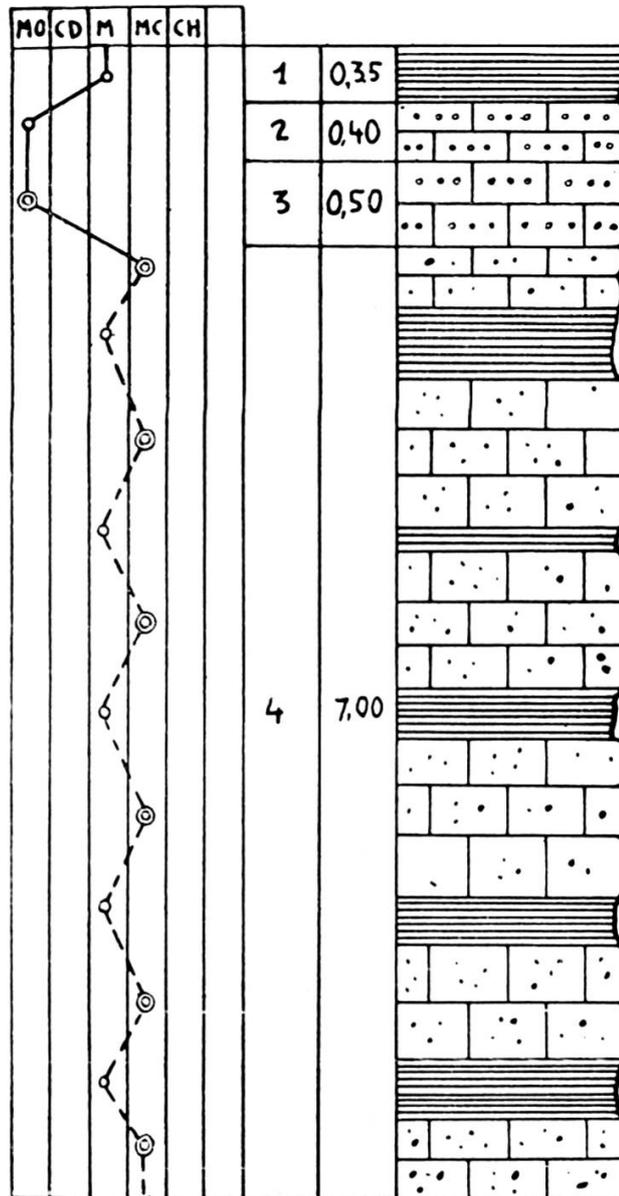


Fig. 24.

Coupe de La Brévine.

Echelle 1:75.

D'après ces quelques indications, la série des Verrières ne diffère en rien de celle de La Brévine, bien décrite par Maillard (74) et actuellement invisible. Rickenbach (134) attribue au Purbeckien de cette région une épaisseur de 10 à 15 m.

Coupe de La Brévine, d'après Maillard (fig. 24 et 25).

La numérotation est faite de haut en bas.

1. Marne jaune grumeleuse à Corbules.
2. Calcaire oolithique sans fossiles.

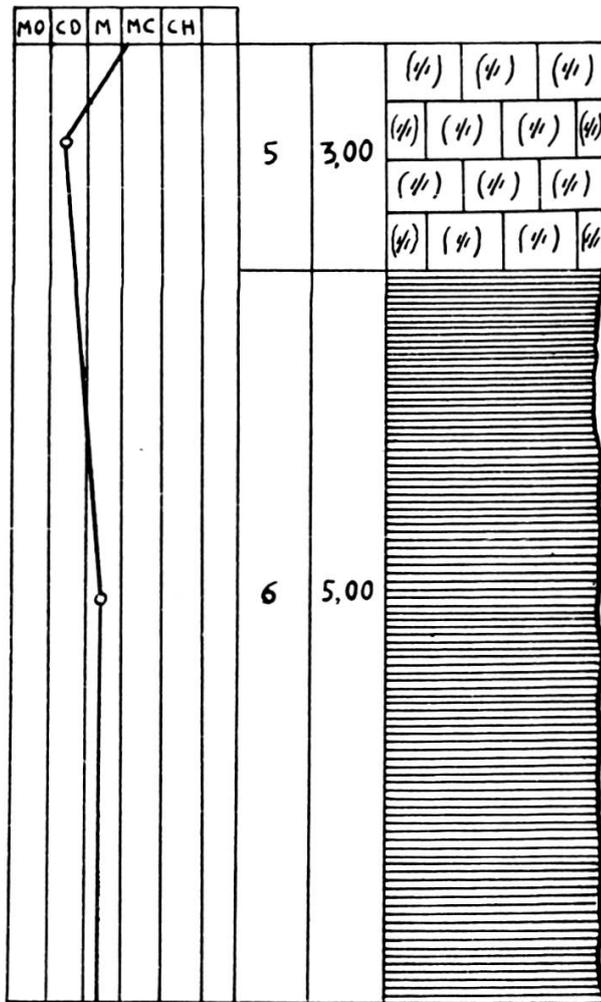


Fig. 25.
Coupe de La Brévine (suite).
Echelle 1: 75.

3. Calcaire oolithique à rares Corbules. CN fréquents.
4. Alternances de calcaire d'eau douce gris-jaune à petits CN et de marne noire-verdâtre. Planorbes, Physes, Corbules.
5. Calcaire dolomitique vacuolaire (cargneule).
6. Marnes noires à gypse.

Epaisseur totale: 16 m 25.

Détail de la coupe :

Nous sommes ici en présence d'une série typique de la lagune centrale purbeckienne. Au-dessus des dolomies vacuolaires du Portlandien, on note des marnes noires à gypse, le passage aux couches lacustres marno-calcaires s'effectue par un petit banc de dolomie vacuolaire. Ensuite les couches saumâtres supérieures sont représentées par des calcaires oolithiques et pseudo-oolithiques à Corbules et rares cailloux noirs.

VII. Région de Noiraigue-Chambrelieu-Neuchâtel.

Schardt et Dubois (141) signalent dans les environs de Noiraigue la coupe de la route de Rosières, au-dessous de Combe Varin. Maillard (74) écrivait déjà à ce propos: « Les marnes nymphéennes de 5 m de puissance supportent des brèches calcaires à Corbules, surmontées elles-mêmes par des marnes grumeleuses. Absence des marnes à gypse. »

Voici la coupe que nous avons levée à cet endroit :

a) Coupe de Noiraigue : Combe Varin (fig. 26).

Berriasien : calcaire échinodermique.

8. Calcaire pseudo-oolithique jaune à Chara, Ostracodes, Foraminifères et débris de Dasycladacées. Gros CN rubéfiés et limonitisés. Fe, QD, diam.: 0,060.
7. Micropoudingue multicolore, ciment calcitique à Lamellibranches, Dasycladacées et débris de Conifères. Fe, QD, diam.: 0,070.
Contact irrégulier.
6. Marnes grumeleuses vertes.
5. Marno-calcaire compact à Fucacées. Nombreux fragments de CN. Fe, QD, diam.: 0,030.
4. Marno-calcaire compact à débris de végétaux noirs.
3. Microbrèche oolithique et pseudo-oolithique à Ostracodes, Lamellibranches et rares Chara. Nombreux petits CN. Fe, QD, diam.: 0,090.

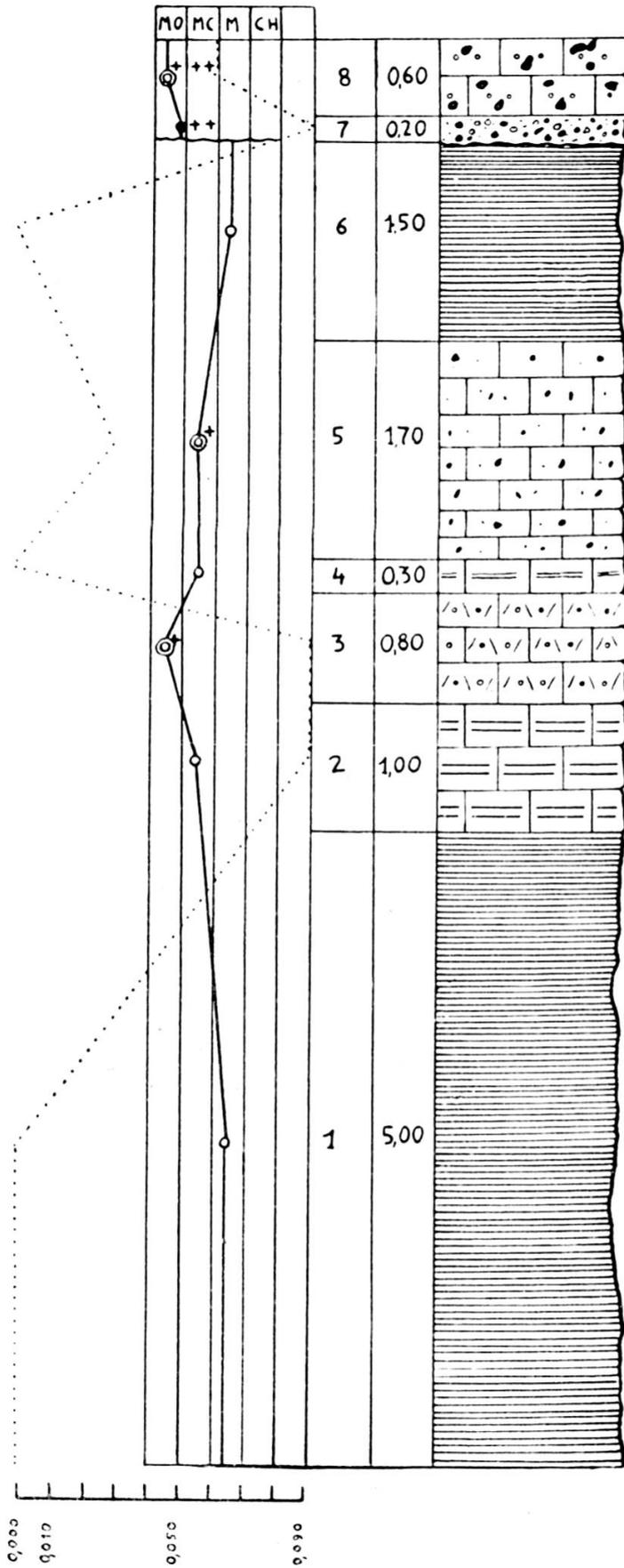


Fig. 26.
 Coupe de Noiraigue-Combe Varin.
 Echelle 1: 75.

2. Marno-calcaire compact, un peu schisteux, à débris de végétaux noirs à la surface des bancs. QD, diam.: 0,090.
1. Marnes compactes grises, finement litées.

Epaisseur totale: 11 m 10.

Portlandien: calcaire compact blanc.

Détail de la coupe :

On voit que les marnes lacustres grises reposent directement sur le calcaire compact portlandien, il y a lacune des dolomies et des marnes à gypse. Le régime lacustre subsiste jusqu'au niveau 4 riche en débris de végétaux flottés, tandis que la microbrèche oolithique (3) semble indiquer un léger enfoncement. Les couches saumâtres supérieures débutent par les faciès marneux à Fucacées (5 et 6) et acquièrent nettement leur caractère dans le niveau 8, après un beau micro-poudingue multicolore. La dernière couche immédiatement sous le calcaire échinodermique contient de très gros blocs noirs subanguleux, complètement oxydés et atteignant parfois 3 cm de diamètre. C'est le seul endroit où le contact avec l'infra-crétacé est marqué par une telle abondance de cailloux noirs roulés. Nous y reviendrons plus loin. La coupe de la Sauge, près de Chambrelieu, a été décrite par Maillard, puis Schardt et Dubois (141) signalent la prédominance d'un faciès particulier, une sorte de marne noire bitumineuse, dure, chargée de sulfate de baryum et de gypse. Actuellement, des travaux de fortification ont masqué les marnes à gypse.

Minéraux :

1. *Le quartz*. — La courbe de variation est mal définie avec deux maxima atteignant 0,090 mm.

2. *Le fer*. — Très abondant au sommet de la série.

b) *Coupe de La Sauge-Chambrelieu* (fig. 27 et 28).

La base n'étant pas visible, la numérotation va de haut en bas:

Berriasien: calcaire échinodermique jaunâtre, marneux à la base.

1. Marnes et marno-calcaires pseudo-oolithiques à Chara, Ostracodes et Dasycladacées, nombreux CN, Fe, QD, diam.: 0,030.
2. Marno-calcaire gris à petits CN. Fe, QD, diam.: 0,075.
3. Marne grumeleuse grise, finement litée à Chara, Ostracodes, Foraminifères et Dasycladacées. CN et débris de calcaire rubéfié disséminés. Fe, QD, diam.: 0,075.
4. Marno-calcaire grumeleux jaune à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,045.
5. Marnes oolithiques jaunes.
6. Calcaire pseudo-oolithique jaune à ciment calcitique microgrenu. Foraminifères, Ostracodes, Lamellibranches, QD, diam.: 0,045.
7. Marnes oolithiques jaunes (cf. niveau 5).
8. Calcaire pseudo-oolithique jaune à Chara, Ostracodes et Clypeines. Fe, QD, diam.: 0,060.
9. Calcaire pseudo-oolithique clair à Chara et Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,120.
10. Marno-calcaire gris à Ostracodes et Fucacées, petits CN, Fe, QD, diam.: 0,060.
11. Calcaire compact gris à intercalations pseudo-oolithiques, rares CN, Fe.
12. Calcaire dolomitique plaqueté jaune clair. C/S = 0,62.
13. Calcaire microbréchiq ue dolomitique jaune à Chara, Ostracodes, Foraminifères et Dasycladacées, QD, diam.: 0,060. C/S = 0,90.
14. Marnes compactes noires.

Epaisseur totale: 20 m 25.

Portlandien: calcaire dolomitique ?

Détail de la coupe :

Au-dessus des marnes à gypse prédomine un faciès dolomitique marneux ou marno-calcaire (niveaux 13 à 9) qui n'est jamais franchement marin, le mélange de faune est fréquent, les Chara se rencontrent associées aux Dasycladacées et aux

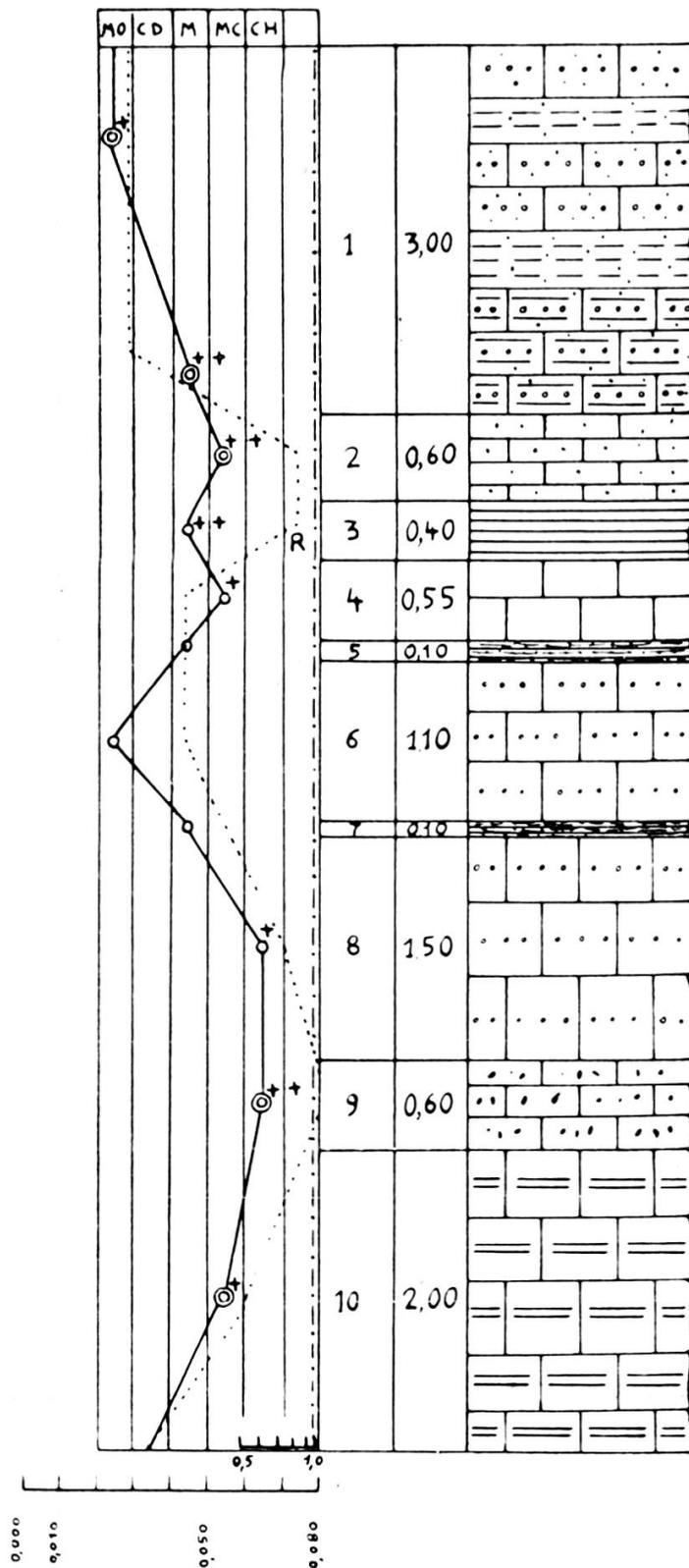


Fig. 27.
 Coupe de La Sauge-Chambrelieu.
 Echelle 1: 75.

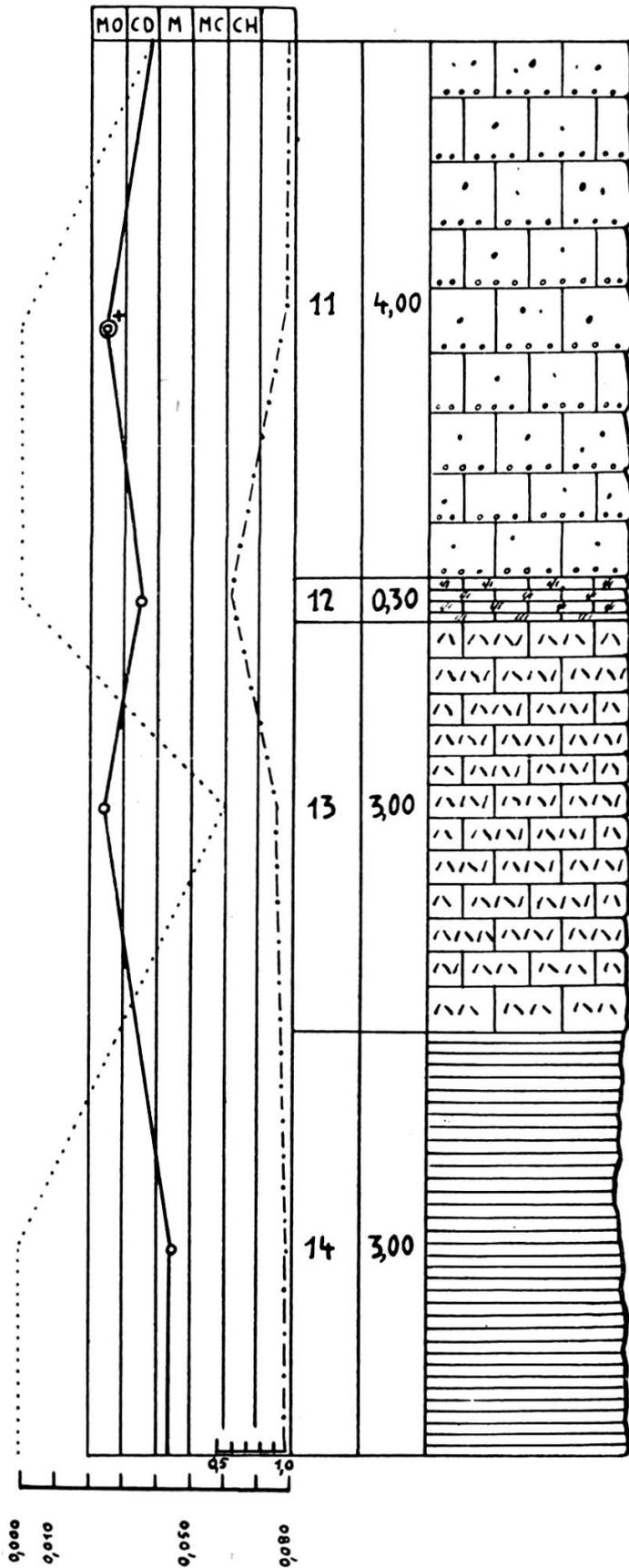


Fig. 28.

Coupe de La Saugé-Chambrelien (suite).
Echelle 1 : 75.

Foraminifères. La tendance à l'émersion devient plus manifeste aux niveaux 8 à 9, avec arrivée de CN, puis se produit un enfoncement marqué, amenant des calcaires marins pseudo-oolithiques encadrés par des niveaux marneux jaunes (5 et 7). Une nouvelle émersion accompagnée de cailloux noirs et de débris de calcaire rubéfié est marquée dans les couches 4, 3 et 2, enfin la série se termine par les couches saumâtres pseudo-oolithiques à petits CN.

Minéraux :

1. *Le quartz.* — Il n'apparaît qu'au sommet de la série avec une courbe tout à fait semblable à celle des faciès, le maximum atteint est 0,120 mm.

2. *Le fer.* — Les teneurs varient parallèlement aux faciès.

c) *Coupe des gorges du Seyon* (fig. 29).

Le Purbeckien des gorges du Seyon, près de Neuchâtel, a été étudié assez récemment par E. Frei (41), qui en donne une excellente coupe, aujourd'hui elle n'est visible qu'incomplètement et nous reproduisons ci-dessous la série observée par cet auteur :

Berriasien : marnes jaunes.

14. Calcaire d'eau douce oolithique gris à petits CN et jaunes.
13. Marne noire.
12. Calcaire semblable au niveau n° 14.
11. Marno-calcaire noirâtre, schisteux, à écailles de poisson.
10. Calcaire d'eau douce compact gris.
9. Marne noire semblable au niveau n° 13.
8. Calcaire d'eau douce gris semblable au niveau n° 10.
7. Marne calcaire blanche à *Valvata*.
6. Calcaire compact gris.
5. Marne bitumineuse sans fossiles.
4. Calcaire marneux à rognons et nodules irréguliers.
3. Marne jaunâtre.

2. Calcaire bleuté pseudo-oolithique à grains de glauconie.
Vers le bas passage à un marno-calcaire gris à CN. Nids de CaCO_3 et BaSO_4 .

1. Calcaire oolithique jaune à nids de calcite.

Epaisseur totale: 9 m 90.

Portlandien: calcaire saccharoïde blanc.

Détail de la coupe :

La plus grande partie de la série purbeckienne des gorges du Seyon est marine (niveaux 1 à 5), le passage au milieu lacustre se marque par les marnes calcaires blanches à *Valvata* du niveau 7, puis alternent des calcaires d'eau douce à CN et des marno-calcaires. Le contact avec les marnes jaunes du Valanginien est brusque, sans l'intermédiaire des couches saumâtres.

VIII. Région du Locle-La Chaux-de-Fonds-Saint-Imier.

J. Favre (33), dans sa monographie des environs du Locle écrit que le Purbeckien est partout recouvert par la végétation et il renvoie à la coupe de Maillard (74) prise pendant la construction de la route cantonale. Nous avons dû à notre tour nous rendre à l'évidence qu'il est impossible d'effectuer une coupe quelconque à la Combe Girard ¹.

a) *Coupe du Locle*, d'après Maillard (fig. 30).

La numérotation va de haut en bas :

1. Calcaire un peu oolithique azoïque.
2. Calcaire à *Chara* et petits CN.
3. Marnes d'eau douce à *Cyrènes*.
4. Calcaire marneux à débris de tests, en gros bancs.
5. Marnes grises à *Cyrènes*.

¹ M. le Dr C. Bourquin et M. l'ingénieur P. Cart ont eu l'amabilité de me communiquer les résultats d'un sondage effectué à la Combe Girard pour des recherches d'eau. Le Purbeckien rencontré par ce forage mesure 12 m 40 d'épaisseur, il ne semble pas différer dans ses grandes lignes de la coupe de Maillard. Nous reprendrons, dans une autre publication, l'étude détaillée du Purbeckien de ce sondage.

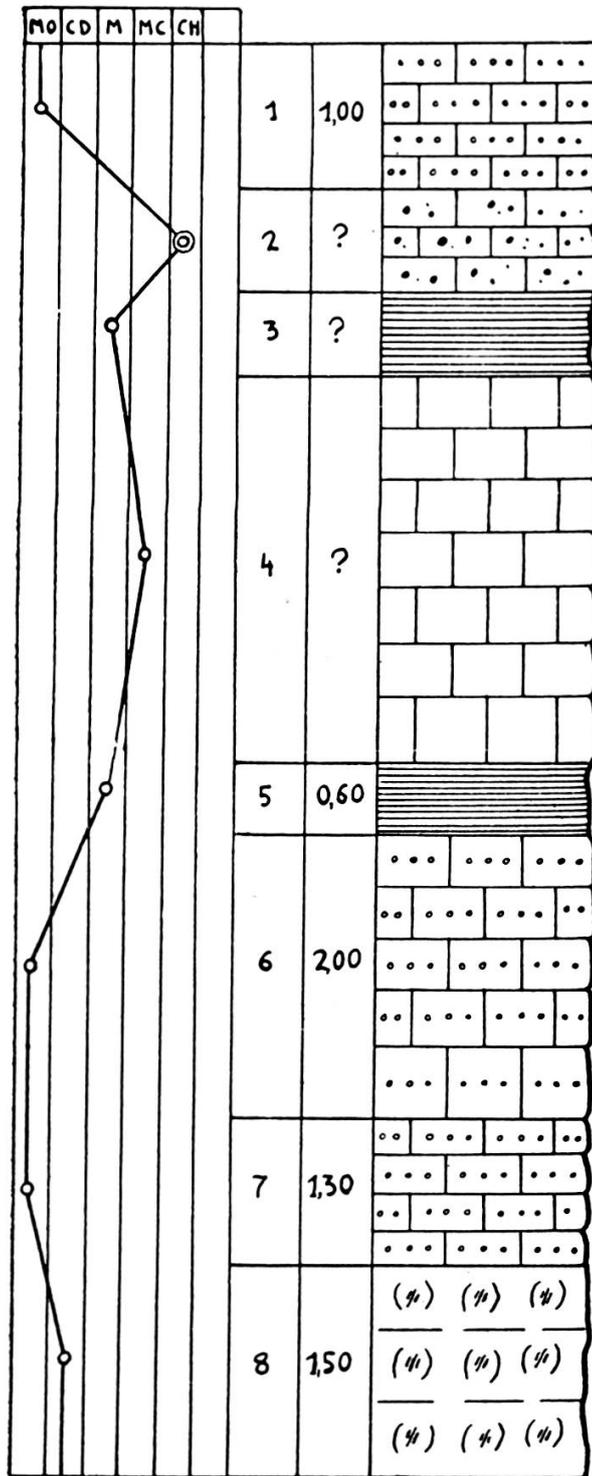


Fig. 30.
 Coupe du Locle.
 Echelle 1: 75.

6. Calcaire compact oolithique.
7. Calcaire oolithique blanc à Corbules.
8. Dolomie vacuolaire.
9. Dolomie grossière en gros bancs.
10. Calcaire feuilleté gris-jaune.

Épaisseur totale: 10 m environ.

Détail de la coupe :

A notre avis les deux derniers niveaux doivent être rapportés au Portlandien, puisque nous avons admis que la dolomie vacuolaire représente toujours la base du Purbeckien.

En ce qui concerne la succession des faciès, cette série est très calme. Les couches lagunaires persistent jusqu'au niveau 6, puis les marnes grises à Cyrènes forment le passage aux couches lacustres, marneuses au début, puis passant à des calcaires à Chara et CN, enfin les couches saumâtres supérieures sont représentées par un calcaire oolithique. Les marnes à gypse manquent dans cette coupe, mais il doit s'agir d'une lacune tout à fait locale car le gypse a été exploité dans la région au siècle passé.

Aucun affleurement de Purbeckien n'est actuellement visible près de La Chaux-de-Fonds. J. Favre décrit une bande de Purbeckien s'étendant du Tertre-du-Temple aux nouveaux abattoirs; ce sont des marnes noires, des marno-calcaires et des calcaires gris à Planorbes et Physes. Nicolet a décrit dans ces parages un complexe de marnes blanc-jaunâtre, de marnes charbonneuses et de grès.

Pour trouver une coupe complète, il faut aller dans la haute vallée de Saint-Imier, au lieudit Les Convers. H. Suter (148) y a signalé des marnes noires et des dolomies vacuolaires jaunes.

b) *Coupe de Convers* (fig. 31).

Berriasien: calcaire échinodermique.

12. Calcaire compact clair avec intercalations oolithiques vers le haut.
11. Marnes noires grumeleuses.

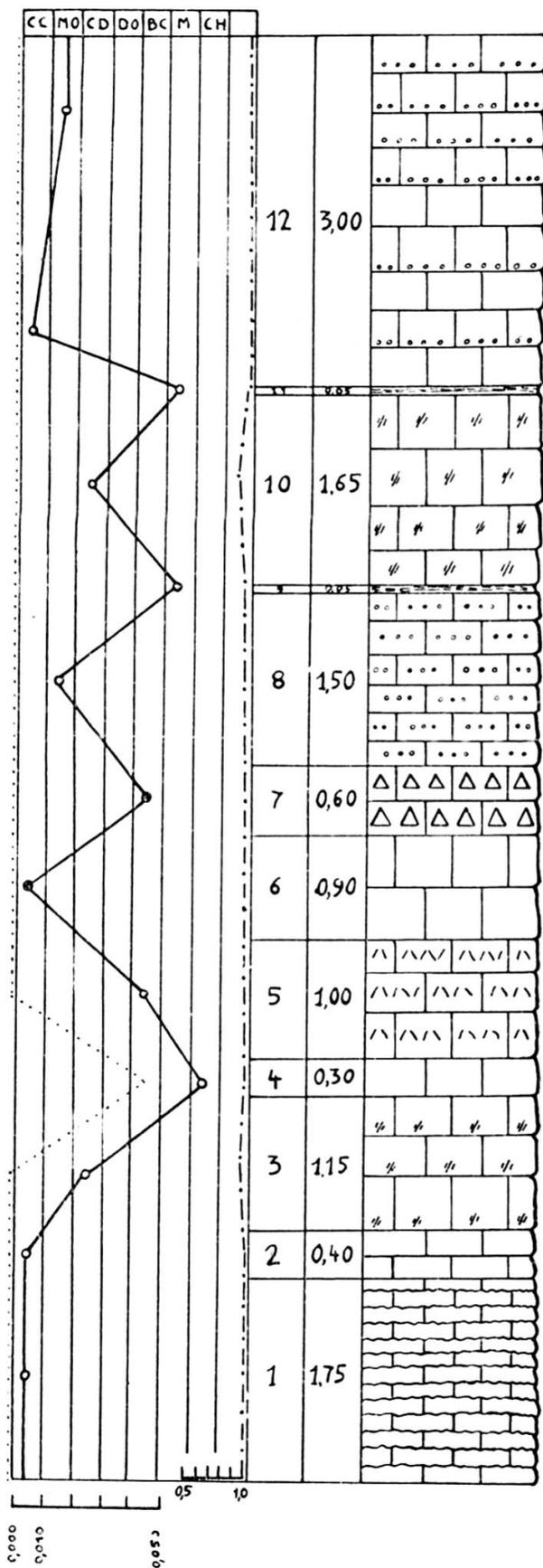


Fig. 31.
 Coupe de Convers.
 Echelle 1: 75.

10. Calcaire dolomitique grumeleux partiellement recristallisé.
Coprolithus salevensis Par. assez fréquents. C/S = 0,96.
9. Marnes noires grumeleuses.
8. Calcaire oolithique jaune clair à ciment calcitique.
7. Brèche calcaire brune à ciment calcitique.
6. Calcaire compact clair recristallisé.
5. Calcaire bréchiqye jaune clair à ciment calcitique.
4. Calcaire compact jaunâtre à petits débris d'Ostracodes et de Chara, QD, diam.: 0,045.
3. Calcaire cristallin ferrugineux interstratifié avec un calcaire dolomitique grossier, Ostracodes ? C/S = 0,98.
2. Calcaire compact clair recristallisé.
1. Calcaire compact jaune plaqueté à polygones de dessiccation et ripple-marks (direction: S 30° E).

Epaisseur totale: 12 m 35.

Portlandien: calcaire dolomitique compact.

Détail de la coupe :

Nous sommes ici à la limite septentrionale de la lagune purbeckienne. La série est presque entièrement marine, avec trois niveaux indiquant des émergences, ce sont le niveau 4 avec débris de Chara et les couches 9 et 11, marnes noires semblables à celles de La Chaux-de-Fonds-Le Locle. Ce sont les seuls épisodes lacustres qui viennent troubler la sédimentation marine, qui plus au N devait être continue entre le Jurassique et le Crétacé.

IX. Région de Landeron-Vigneules-Bienne.

La seule coupe visible le long du lac de Bienne est celle de Vigneules décrite par Maillard (74), de nos jours, elle est en partie couverte et nous l'avons refaite à quelques centaines de mètres plus loin dans la carrière abandonnée de Goldberg. K. Ryniker, dans son travail (136), signale ces affleurements, de même que Baumberger (6) sans du reste apporter plus de précision que les travaux de Maillard (74), si ce n'est Ryniker qui insiste sur le faciès bréchiqye du calcaire portlandien,

témoignant, à son avis, des oscillations précédant l'émersion purbeckienne. W. Schuerer (142) signale dans les environs immédiats de Bienne des marnes noires, de même ces couches seraient visibles dans la gorge du Jorat, entre Lamboing et Orvin. Dans ces mêmes localités, Maillard (74) notait des calcaires sableux à cailloux jaunes et noirs, ne paraissant pas avoir été roulés, ces cailloux pouvant atteindre la grosseur d'une noix. Pour cet auteur, la coupe de Vigneules présenterait un faciès littoral qui se poursuit jusqu'à Tüscherz et même à Lignièrès. Dans cette dernière localité, les cailloux noirs sont parfois concaves, ce que le roulage seul ne peut pas faire. En règle générale, les éléments de ces roches clastiques diminuent de puissance de Vigneules à Lignièrès. Ce sont les seules indications que nous possédons sur le Purbeckien des bords du lac de Bienne, visible seulement à Vigneules.

a) *Coupe de Vigneules*, d'après Maillard (fig. 32).

Numérotation de haut en bas.

Berriasien: calcaire spathique roux.

1. Marne rognonneuse grise, tachée de rouge et calcaire marneux avec poches de marne graveleuse à CN.
2. Calcaire conglomératique.
3. Marne graveleuse.
4. Marno-calcaire à CN passant à une
5. Marne graveleuse.
6. Calcaire compact cristallin.
7. Marne dolomitique passant à un
8. Calcaire spathique jaune.
9. Marnes graveleuses, feuilletées, à taches rouges, les cailloux sont un calcaire grumeleux à CN, les marnes deviennent violacées et passent à un
10. Calcaire compact en gros bancs.

Épaisseur totale: 14 m environ.

Détail de la coupe:

La succession des faciès s'établit ainsi: Les couches 10 et 9 sont marines, mais une tendance au soulèvement se fait déjà

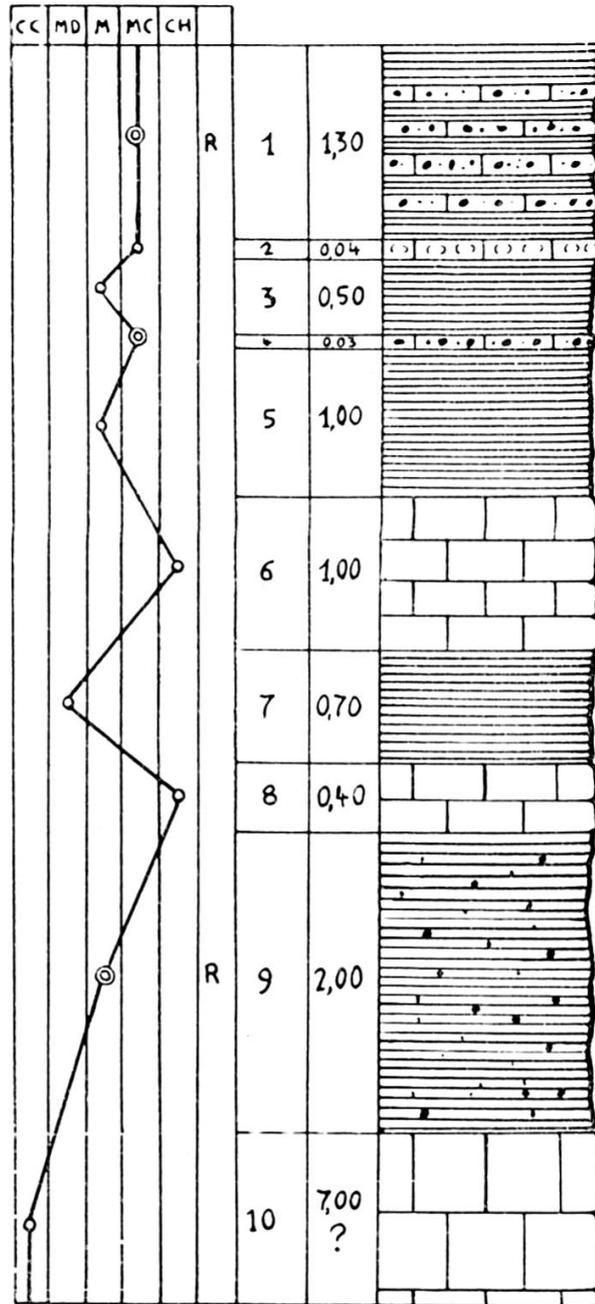


Fig. 32.

Coupe de Vigneules.
Echelle 1:75.

sentir au niveau 9 par des apports de débris rubéfiés et de cailloux noirs. Le maximum est atteint au niveau 10. La mer revient avec le faciès dolomitique (7) suivi par un nouveau soulèvement dès le niveau 6. Ensuite les couches lacustres,

représentées par des marno-calcaires à CN et débris rouges persistent jusqu'au sommet de la coupe. Il n'y a donc pas de couches saumâtres supérieures.

Notons que la coupe de Maillard est insuffisante pour mettre en évidence les variations de faciès décrites plus haut et que seule une comparaison avec la série que nous avons levée nous a permis d'y arriver.

b) *Coupe de Vigneules-Goldberg* (fig. 33).

Berriasien: calcaire pseudo-oolithique à Foraminifères et Dasycladacées.

15. Marno-calcaire grumeleux jaunâtre à gros cailloux noirs. Fe, QD, diam.: 0,060.
14. Marnes et marno-calcaires grumeleux à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,090.
13. Micropoudingue multicolore à Chara, Ostracodes et Lamellibranches, Fe.
12. Marno-calcaire grumeleux à Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,015.
11. Marnes schisteuses grises.
10. Marno-calcaire grumeleux à Ostracodes et Chara. Fe, QD, diam.: 0,045. Débris rubéfiés.
9. Marnes schisteuses roses.
8. Calcaire pseudo-oolithique à débris de Chara et d'Ostracodes, nombreux CN à Fucacées. Fe, QD, diam.: 0,030.
7. Marnes schisteuses roses (cf. n° 9).
6. Même niveau que le n° 8.
5. Marne dolomitique jaunâtre. C/S = 0,80.
4. Calcaire grumeleux conglomératique à Ostracodes et Fucacées. Rares CN disséminés. QD, diam.: 0,060.
3. Calcaire grumeleux à débris de Chara, Ostracodes et Lamellibranches, Fe, nombreux débris rubéfiés, QD, diam.: 0,060.
2. Marno-calcaire schistoïde pseudo-oolithique à débris de Chara, Ostracodes et Lamellibranches, écailles de poissons. Nombreux débris rubéfiés et poches de CN. Fe, QD, diam.: 0,060.

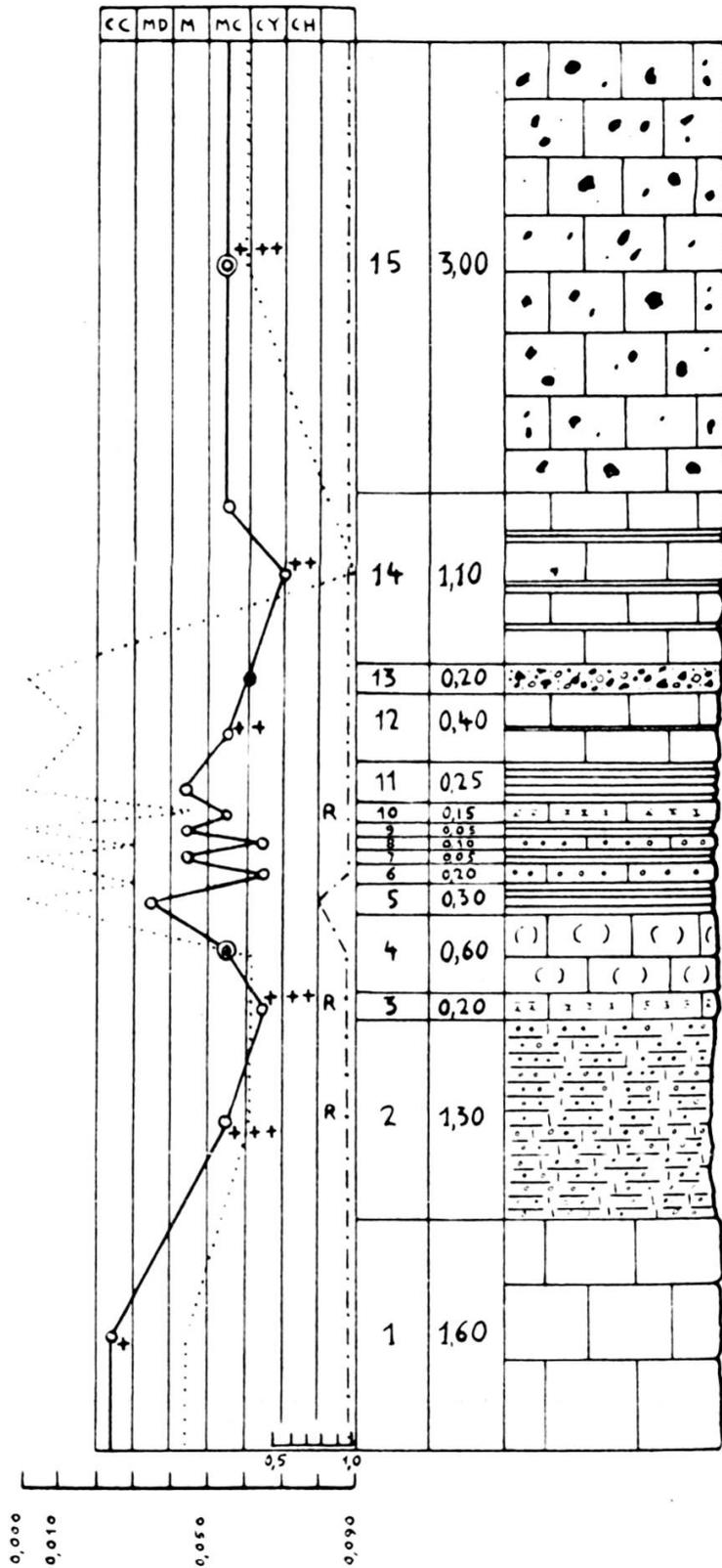


Fig. 33.
 Coupe de Vigneules-Goldberg.
 Echelle 1: 75.

1. Calcaire compact à rares Chara et Ostracodes. Fe, QD, diam.: 0,045.

Epaisseur totale: 9 m 50.

Portlandien: calcaire compact blanc jaunâtre.

Détail de la coupe:

Les termes 1 et 2 sont marins avec déjà des débris d'algues d'eau douce flottées, puis au niveau 3, l'émersion se marque avec des calcaires à Ostracodes contenant des débris de calcaire rubéfié. Au niveau 5, la mer revient avec des faciès dolomitiques, puis le régime lacustre reprend au niveau 6 avec des alternances de couches marneuses, enfin la brèche multicolore (13) indique une surélévation encore plus marquée qui persistera jusqu'au sommet de la coupe. L'absence des couches saumâtres supérieures se confirme.

Minéraux:

1. *Le quartz*. — Très abondant dans cette coupe, les variations de diamètre enregistrent toutes les oscillations du fond de la mer, la surélévation marquée dans la couche 14 correspond aussi au diamètre maximum du quartz (0,090 mm).

2. *Le fer*. — Il apparaît très souvent dans les couches, surtout à la base et au sommet, où il colore des niveaux entiers, il fait défaut pendant les oscillations des couches moyennes.