

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Band: 58 (1965)
Heft: 2

Artikel: Géologie des Préalpes Médiannes dans le massif des Bruns partie occidentale (Préalpes fribourgeoises)
Kapitel: Stratigraphie : la formation des calcaires massifs (Malm)
Autor: Spicher, Jean-Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163280>

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: 07.10.2024

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

Relevons encore qu'au NE du «1» de «Le Brésil», à 1010 m d'altitude affleure le même niveau de calcaires rouges que celui décrit à l'arête Vieille Cierne (paragraphe d), p. 698); il est par contre un peu calcschisteux et mesure environ 3 m d'épaisseur.

Puis à 1110 m, en bordure E du pierrier, nous retrouvons ce même niveau, puissant d'environ 4 m; les calcaires rouges sont régulièrement entrecoupés d'un liséré gris clair à vert pâle; on y observe déjà quelques ébauches de nodules. Les calcaires noduleux apparaissent directement au-dessus de ces «couches rouges».

Considérations chronostratigraphiques : malgré de patientes recherches je n'ai pas récolté le plus petit fragment d'*Ammonite*. HORWITZ (1939, p. 378) signale un *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTHEIM en éboulis. Ce n'est donc que par analogie de faciès que j'attribue le Membre D de l'anticlinal II au Callovien.

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Malgré la discontinuité des affleurements, nous pouvons dire que les conditions de sédimentation sont presque uniformes dans la région étudiée; en fait, dans l'anticlinal II, la proportion d'argile paraît être un peu plus faible et les minéraux détritiques (quartz et muscovite) un peu moins rares.

Le faciès bathyal occupe une place primordiale mais les intercalations de calcaire gréseux et pseudoolithique reflètent l'arrivée brutale de matériaux détritiques dans le géosynclinal. Dans la partie supérieure du Membre, les sédiments se chargent de glauconie et l'on constate une diminution de la teneur en argile; le faciès devient moins profond: le passage à la formation calcaire s'établit progressivement.

CHAPITRE VII

La formation des calcaires massifs (MALM)

I. Généralités

La formation des calcaires massifs constitue les hautes barres rocheuses de la chaîne des Dents Vertes et des Vanils des Raveyres. Elle peut être subdivisée en trois groupes lithologiques distincts :

1. La base de la formation est caractérisée par des niveaux de calcaires, de calcschistes et de schistes noduleux et présente encore quelque horizons argileux. Lithologiquement cartographiable, nous l'appellerons désormais le «membre noduleux» (Argovien auct.).

Sa limite inférieure est très nette puisqu'elle se trace à l'apparition du premier niveau noduleux; de plus elle est soulignée dans la morphologie par une rupture de pente.

Sa limite supérieure par contre est beaucoup moins précise : elle se place au sommet du dernier niveau noduleux, qui est généralement difficile d'accès; mais se trouvant habituellement au pied d'une forte rupture de pente, cette limite peut être cartographiée sans trop de difficulté.

La puissance exacte du membre noduleux n'a pas pu être précisée, elle est probablement de l'ordre d'une cinquantaine de mètres.

2. La partie médiane de la formation est de loin la plus importante puisque son épaisseur atteint 100 à 110 mètres. Elle se distingue par une succession de séquences dont la fondamentale se présente comme suit : brèche ou microbrèche passant progressivement à un calcaire pseudoolithique qui, à son tour, s'affine peu à peu pour faire place à un calcaire grumeleux, le dernier terme de la séquence étant un calcaire compact, de structure cryptocristalline. Le passage d'une séquence à l'autre s'effectue sans transition : au calcaire compact succédera la brèche de la séquence suivante. Les séquences que j'ai observées sont quelquefois rythmiques, le plus souvent lacunaires, parfois arythmiques. La partie médiane de la formation (Séquanien, Kimmériidgien, Tithonique inférieur auct.) présente donc la forme des séries dites pararythmiques (A. LOMBARD 1956, p. 270 et 534).

3. La formation se termine par une série monotone de calcaires compacts et sublithographiques (Portlandien supérieur et base du Berriasien) dans laquelle s'intercalent exceptionnellement des calcaires finement pseudoolithiques (à la coupe du « Brésil », j'en ai relevé 5 bancs d'une épaisseur inférieure ou égale à 20 cm. alors que la puissance de la série est d'environ 45 mètres).

Cette série, bien que très différente de la précédente, ne peut être isolée sur la carte car sa limite inférieure traverse des régions inaccessibles tout au moins pour un alpiniste inexpérimenté.

II. Lithologie

A. Roches propres au membre noduleux

1. Les calcaires, calcschistes et schistes noduleux sont généralement gris clair ou légèrement verdâtres, parfois gris mauve, assez rarement rouge lie-de-vin. Les nodules sont calcaires tandis que leur gangue se différencie par une teneur en argile très variable. Ces niveaux contiennent des *Ammonites* qui se confondent facilement avec les nodules, particulièrement les genres *Sowerbyceras* et *Phylloceras*. Les strates à nodules sont plus fréquentes dans la chaîne des Dents Vertes (flanc N du synclinal de la Dent de Broc) qu'aux Vanils des Raveyres (flanc S du synclinal de la Gruyère) et sont de plus en plus distantes à mesure que l'on s'approche de la série pararythmique.

2. Les brèches monogènes présentent des galets de calcaire compact ; ces éléments sont souvent juxtaposés en s'impressionnant mutuellement ; le ciment montre une structure très finement pseudoolithique. Ce type de brèche est peu fréquent, il se rencontre uniquement dans le membre noduleux.

3. Les calcaires faiblement argileux sont assez rares, ils se présentent en plaquettes ou en bancs généralement peu épais. Leur cassure est finement esquilleuse si la structure est grumeleuse, ou conchoïdale si la structure est cryptocristalline. Ils contiennent des spicules, des *Radiolaires* et des *Globochaete*.

4. Les schistes argileux gris verdâtre se débitent en fines aiguilles, leur présence est assez rare et leur épaisseur n'excède qu'exceptionnellement 10 cm.

B. Roches de la séquence fondamentale caractérisant la partie médiane de la formation

1. Les brèches et les microbrèches polygènes : la majorité des éléments constitutifs sont anguleux ou subanguleux si bien qu'aucun échantillon n'a pu être considéré comme conglomérat. Nous appellerons microbrèches les roches dont la plus grande partie des éléments ont un diamètre inférieur à 2 mm. On peut distinguer deux types de brèches et de microbrèches :

a) les brèches contenant principalement les éléments suivants : des calcaires compacts à *Radiolaires*, des blocs de calcaire pseudoolithique ou oolithique, des articles de *Crinoïdes* et des fragments d'*Algues* ; le ciment est grumeleux ou pseudoolithique, il occupe une place très restreinte. Ce type de brèche est le plus commun ;

b) les brèches présentant essentiellement des blocs de calcaire compact à *Radiolaires* et par conséquent une très faible quantité de matériel d'origine néritique. Ce type pourrait facilement être confondu avec une brèche monogène qui, nous le verrons plus loin, relève d'un autre processus de formation.

Peu à peu la taille des éléments va décroître et le ciment prendre de l'importance, les brèches vont céder le pas aux calcaires pseudoolithiques.

2. Les calcaires pseudoolithiques ont une couleur d'altération brunâtre caractéristique. On reconnaîtra deux types bien distincts de calcaires pseudoolithiques :

a) les calcaires de structure chaotique dont la taille des pseudoolithes varie de 0,1 à 0,4 mm contiennent parfois quelques oolithes brisées ou dont la structure concentrique est en voie de disparition, des blocs remaniés de calcaire compact (jusqu'à 6 mm de diamètre) et plus rarement des articles de *Crinoïdes*. Ils présentent même parfois des passées bréchiques ou microbréchiques. Ces calcaires pseudoolithiques sont en somme un terme de passage entre les brèches polygènes et les calcaires pseudoolithiques du type b) ;

b) les calcaires dont la structure est parfaitement homogène ; les pseudoolithes sont très proches les unes des autres et mesurent en moyenne 0,1 mm de diamètre.

3. Les calcaires grumeleux, comme les calcaires pseudoolithiques d'ailleurs, se distinguent facilement des calcaires compacts par leur couleur d'altération brunâtre et par leur cassure finement esquilleuse. La structure grumeleuse peut être à un stade de différenciation avancé se rapprochant de la structure pseudoolithique ou au contraire être à peine esquissée, annonçant déjà le dernier terme de la séquence fondamentale : les calcaires compacts.

4. Les calcaires compacts et sublithographiques sont beige clair, gris clair, gris bleuté ou gris légèrement verdâtre, leur cassure est très largement esquilleuse ou lisse. Ils deviennent un peu tachetés à l'extrême sommet de la formation.

La séquence fondamentale présente donc un granoclassement bien apparent.

Le silex est abondant dans toute la formation, soit sous la forme de rognons, soit sous la forme de petits bancs paraissant continus.

A la suite des déformations tectoniques un délith chloritique s'est intercalé entre certains bancs (ceci ne s'observe que dans la carrière du « Brésil »).

III. Description des affleurements

Deux facteurs ont rendu les conditions d'observations très défavorables: l'érosion et la tectonique. L'érosion a poli et façonné la tranche et la surface des bancs, les rendant fréquemment indiscernables; la direction et le pendage des couches ne sont pas souvent reconnaissables. Le jeu des décrochements et des chevauchements trouble un peu partout la succession stratigraphique.

A) Flanc NW du synclinal de la Dent-de-Broc (versant N de la chaîne des Dents Vertes)

1. A l'arête *Vieille Cierne*, les affleurements sont bien dégagés mais ne présentent pas d'intérêt du point de vue stratigraphique car la succession chronologique des couches est bouleversée par la tectonique (voir Pl. III, profil 5).

Description faisant suite à celle du membre D (voir p. 698): au-dessus du niveau d), la roche est masquée par un enchevêtrement de grosses racines et d'arbres sur une épaisseur évaluée à 2,50 m, la limite lithologique entre la formation calcaréo-argileuse et la formation des calcaires massifs court dans ce passage.

5. Schistes noduleux verts contenant des fragments indéterminables d' <i>Ammonites</i>	0,40 m
6. Calcaires lités, en bancs de 2 à 15 cm, tantôt finement pseudoolithiques, tantôt grumeleux, avec termes de passage; la teinte de ces calcaires varie du beige au gris sombre; concrétions de silex	1,07 m
7. Schistes noduleux verts	0,24 m
8. Calcaire finement pseudoolithique beige	0,20 m
9. Calcaire très finement pseudoolithique beige	0,24 m
10. Schistes noduleux gris	0,41 m
11. Calcaire noduleux gris-vert clair	0,13 m
12. Schistes noduleux gris	0,18 m
13. Calcaires et schistes noduleux gris-verdâtre se terminant par 13 cm de schistes environ	1,00 m
14. Calcaire grumeleux devenant noduleux au sommet du banc; rubans de silex	0,56 m
15. Calcaire grumeleux comprenant des passées de calcaire compact	0,52 m
16. Schistes noduleux gris-vert	0,28 m
17. Calcaire finement pseudoolithique dont le mur et le toit sont noduleux . . .	0,25 m
18. Calcaire très finement pseudoolithique devenant grumeleux au sommet du banc	0,15 m
19. Schistes noduleux gris-vert	0,06 m
20. Alternance de schistes noduleux gris-vert et de petits bancs mesurant 10 à 15 cm d'épaisseur; ces bancs sont presque toujours hétéropolaires: finement pseudoolithique ou grumeleux à la base et au sommet et compact au milieu du banc; le passage d'un calcaire à l'autre est souligné par une surface noduleuse environ	1,50 m

Zone à *Gregoryceras transversarium*:

Persphinctes (Arisphinctes) cf. cotovui SIMIONESCU

Sowerbyceras sp. ind.

Phylloceras cf. manfredi OPPEL

Les conditions d'observation ne permettent pas de poursuivre cette description niveau par niveau.

Il faut encore signaler la présence de calcaires et de calcschistes noduleux rouges aux environs de la cote 1390 (versant occidental de l'arête). On peut y cons-

tater que la limite des colorations ne suit pas celle des bancs. J'y ai trouvé de nombreux *Phylloceras* cf. *manfredi* OPPEL, des *Belemnites* indéterminables et des *Térébratules* dont *Terebratula bouei* ZEUSCHN. HORWITZ (1939) signale les fossiles suivants :

« *Belemnites Royerianus* D'ORB.
Aspidoceras lusitanicum CHOFF.
Aspidoceras Tietzei NEUM.
Lytoceras polyanchomenum GEMM.
Lytoceras sp.
Oppelia (Neumayria) callicera OPP;
Oppelia (?) trimarginata OPP.
Petroceras transversarium WAAG. fide QUENSTEDT
Perisphinctes birmensdorfensis MOESCH
Perisphinctes Lucingensis FAVRE
 Divers *Phylloceras* »

2. Des affleurements du Membre noduleux, discontinus et décalés par décrochements, sont visibles tout au long du pied de la chaîne. Il est souvent difficile d'en fixer la limite supérieure car la plupart des horizons noduleux ont été laminés.

B) *Anticlinal I*

Description faisant suite à celle du Membre D de la formation calcaréo-argileuse (voir p. 699):

6. Calcaire noduleux gris	1,30 m
7. Calcaire pseudoolithique et grumeleux beige brunâtre à cassure esquilleuse, contenant des galets subanguleux ou anguleux de calcaire compact gris foncé; leur dimension va du granule microscopique au centimètre; quelques lentilles de silex	0,63 m
8. Calcaire compact beige passant insensiblement au niveau suivant	0,45 m
9. Calcaire noduleux	0,07 à 0,10 m
10. Calcaire compact beige (2 bancs respectivement de 0,45 et 0,15 m)	0,60 m
11. Plaquette de calcaire compact	0,01 m
12. Calcaire noduleux gris (5 bancs respectivement de 20, 17, 10, 7,5 et 15 cm)	0,70 m
13. Plusieurs bancs indiscernables de calcaire noduleux	2,67 m
14. Calcschistes argileux et noduleux gris	0,18 m
15. Calcaire noduleux gris	0,25 m
16. Calcaire finement pseudoolithique et grumeleux beige blanchâtre passant progressivement à des calcaires compacts	1,12 m
17. Plusieurs bancs de calcaire noduleux et un peu argileux	2,18 m
18. Calcaire compact plaqueté, gris-vert	0,33 m
19. Alternance de schistes et de calcaires un peu argileux	1,50 m
20. Calcaire beige clair pseudoolithique et grumeleux avec quelques rares oolithes	1,10 m
21. Calcaire noduleux gris-vert	0,58 m
22. Calcaire compact beige	0,09 m
23. Calcaire noduleux gris	0,18 m
24. Calcaire compact avec passées finement pseudoolithiques	0,11 m
25. Calcaire noduleux	0,08 m
26. Calcaire grumeleux passant après 10 cm à un calcaire compact	1,97 m

27. Alternance de calcaires et de schistes noduleux; l'épaisseur moyenne des bancs est de 13 cm, celle des schistes est de 5 à 10 cm	1,35 m
Au sommet du niveau, Oxfordien supérieur (?):	
<i>Perisphinctes</i> cf. <i>navillei</i> FAVRE, fide ARKELL	
<i>Aptychus</i> ind.	
28. Calcaire grumeleux avec lentilles de silex	1,03 m
29. Alternance de schistes (environ 5 cm d'épaisseur) et de calcaires noduleux en bancs de plus ou moins 14 cm	0,52 m
30. Calcaire compact	0,67 m
31. Schistes argileux se débitant en fines aiguilles	0,02 m
32. Calcaire grumeleux	0,62 m
Altitude 1140 m.	

Une succession de falaises verticales m'empêche de poursuivre cette description.

C) Anticlinal II

1. Description de la base du Membre noduleux dans le couloir d'avalanche (côté occidental de la faille) entre Ackerstutz et Vordere-Mäischüpfen; les bancs sont indiscernables, le pendage des couches n'est généralement pas visible:

- Au-dessus des derniers calcaires argileux du Membre D de la formation calcaréo-argileuse apparaît, à 1590 m, le premier banc de calcaire noduleux beige verdâtre, avec passées légèrement roses.
- Calcschistes noduleux mauve gris-vert, avec nodules de silex.
- Calcaire un peu argileux gris-beige clair, à cassure esquilleuse (environ 2,60 m).
- Calcaire pseudoolithique gris foncé (environ 0,60 m); suit une petite interruption.
- Plusieurs bancs de calcaire grumeleux beige à *Radiolaires*, contenant également des lentilles de silex (environ 3,00 m).
- Calcschistes et schistes plaquetés calcaréo-argileux, parfois légèrement tachetés.
- Calcaire grumeleux beige à *Radiolaires* (0,40 m).
- Schistes noduleux avec petits rognons de silex (1,00 m).
- Calcaire pseudoolithique gris foncé (0,70 m); ce banc constitue la base d'une petite barre rocheuse.
- Les conditions d'observation deviennent de plus en plus défavorables. On peut cependant remarquer que les bancs de calcaire pseudoolithique et de calcaire grumeleux sont les plus fréquents; ils se traduisent dans la morphologie par de petites protubérances crevant la couverture végétale; leur épaisseur peut être supérieure à 0,60 m. Quelques niveaux schisteux sont également visibles. Au-dessus de ces alternances d'affleurements et de surfaces herbues, l'érosion a découvert un vaste affleurement:
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Brèche monogène.
- Calcaire compact faiblement argileux gris-beige.
- Calcschistes argileux et noduleux gris clair à légèrement verdâtres, avec quelques *Aptychus* indéterminables.
- Calcaire compact gris-beige avec quelques *Radiolaires*.
- Calcaire gris foncé altéré en gris clair, à cassure finement esquilleuse. En CM: calcaire cryptocristallin avec ébauche de structure grumeleuse, très riche en *Radiolaires*.
- Calcaire compact gris-beige à *Radiolaires*.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcschistes argileux et un peu noduleux.
- Microbrèche monogène passant progressivement à un calcaire pseudoolithique.
- Plusieurs bancs de calcaire pseudoolithique gris brunâtre avec de rares sections de *Crinoïdes*. En CM: distribution irrégulière des pseudoolithes dans un ciment de calcite. Quelques *Globochaete alpina* LOMBARD, *Miliolidae* et *Textulariidae*.

- Calcaire grumeleux gris foncé.
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcaire sublithographique (2 cm) passant à un calcaire faiblement argileux d'allure compacte et contenant de petits rognons de silex.
- Calcaire compact faiblement argileux, avec *Radiolaires*.
- Le même calcaire, avec lentilles de silex.
- Calcaire pseudoolithique avec silex.
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire pseudoolithique avec de minuscules rognons de silex.
- Calcaire compact un peu argileux gris foncé avec de minuscules agrégats de pyrite et concentrations irrégulières de silex. En CM: calcaire de structure cryptocristalline, riche en *Radiolaires* quelquefois calcifiés.
- Le même calcaire avec quelques *Radiolaires* isolés.
- Calcaire pseudoolithique avec silex.
- Calcschistes argileux beiges à cassure finement esquilleuse.
- Calcaire noduleux faiblement argileux, avec quelques *Radiolaires*.
- Calcaire très finement pseudoolithique.
- Calcschistes noduleux un peu argileux.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire faiblement argileux à cassure très finement esquilleuse.
- Plusieurs bancs de calcaire finement pseudoolithique.
- Calcaire compact gris foncé très faiblement argileux. En CM: calcaire de structure cryptocristalline, rempli de *Radiolaires* calcifiés.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire très finement pseudoolithique.

Puis les affleurements deviennent trop dispersés pour pouvoir poursuivre cette description d'ailleurs sans grand intérêt.

2. La coupe du « Brésil » (Fig. 17, p. 708)

Le seul affleurement continu se prêtant à un levé de détail est situé sur la rive droite de la Jogne, au lieu-dit « Le Brésil ». Le passage de la formation calcaréo-argileuse à la formation des calcaires massifs est cependant masqué par les éboulis. La coupe reproduite ici débute environ au milieu du Membre noduleux, à 1040 mètres d'altitude, sur une petite crête boisée. La limite entre les bancs étant souvent incertaine, les épaisseurs données sont sujettes à caution. La succession chronologique des couches paraît normale.

- | | |
|--|--------|
| 1. Calcaire pseudoolithique beige brunâtre du type a. En CM: les pseudoolithes sont arrondies ou à section polygonale, leur diamètre est compris entre 0,1 et 0,4 mm; quelques oolithes parsèment la coupe mince, leur structure concentrique est généralement en voie de disparition, les spécimens dont la structure est conservée sont très souvent brisés; présence de petits blocs remaniés, de quelques sections et articles de <i>Crinoides</i> , ciment de calcite | 1,35 m |
| <i>Miliolidae</i> et <i>Textulariidae</i> | |
| 2. Calcaire très finement pseudoolithique, gris | 0,77 m |
| 3. Calcaire gris à cassure très finement esquilleuse. En CM: calcaire présentant une structure grumeleuse à ses débuts; nombreux exemplaires de | 0,39 m |

Globochaete alpina LOMBARD

4. Calcaire plaqueté un peu argileux gris-bleu clair, à cassure finement esquilleuse	0,80	m
5. Calcaire très finement pseudoolithique gris avec de fins rubans de silex parallèles à la stratification	1,35	m
6. Calcaire un peu argileux gris à cassure finement esquilleuse	0,35	m
7. Brèche monogène, la taille des galets varie de moins d'1 mm à 45 mm; quelques agrégats de pyrite	0,48	m
8. Calcaire très finement pseudoolithique gris	0,23	m
9. Calcaire noduleux avec passées calcschisteuses (le sommet de ce niveau constitue le versant SE d'un petit couloir d'avalanche)	0,65	m
10. a) Schistes argileux gris verdâtre se débitant en fines aiguilles: 0,15 m		
b) Calcaire noduleux, le diamètre des nodules est compris entre 0,5 et 20 mm, les nodules sont beige clair tandis que la gangue est grisâtre à cause de l'argile qu'elle contient: 0,13 m		
c) Schistes argileux: 0,08 m		
d) Calcaire noduleux idem b): 0,18 m		
e) Schistes argileux: 0,12 m	0,66	m
11. a) Calcaire gris clair un peu argileux, avec quelques <i>Radiolaires</i> : 0,21 m		
b) Schistes argileux: 0,06 m		
c) Calcaire idem a): 0,10 m		
d) Schistes argileux: 0,03 m		
e) Calcaire idem a) avec agrégats de pyrite: 0,06 m		
f) Schistes argileux: 0,07 m	0,53	m
12. Calcaire noduleux	0,08	m
13. a) Calcaire compact avec agrégats de pyrite: 0,25 m		
b) Schistes argileux contenant une plaquette de 23 mm d'épaisseur de calcaire faiblement argileux avec de minuscules filets de silex: 0,19 m		
c) Calcaire compact à <i>Radiolaires</i> : 0,19 m		
d) Schistes argileux: 0,05 m		
e) Calcaire compact avec silex: 0,15 m		
f) Schistes argileux: 0,11 m	0,94	m
14. a) Calcaire noduleux: 0,11 m		
b) Schistes argileux: 0,09 m		
c) Calcaire noduleux: 0,12 m		
d) Schistes argileux: 0,21 m	0,53	m
15. a) Microbrèche monogène: 0,21 m		
b) Calcaire pseudoolithique: 0,25 m		
c) Calcaire finement pseudoolithique du type a): 1,23 m	1,69	m
<i>Globochaete alpina</i> LOMBARD		
<i>Spirillina</i> sp.		
<i>Robulus</i> sp.		
<i>Textulariidae</i>		
15/16. Schistes argileux gris verdâtre	0,05	m
16. Idem 15 c), avec lentilles de silex	1,05	m
17. Calcschistes argileux gris terne avec agrégats de pyrite	2,50	m
18. Quatre bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur de calcaire noduleux séparés par des schistes argileux (maximum 3 cm)	1,44	m
19. Calcaire compact à <i>Radiolaires</i> avec lentilles de silex	0,36	m
20. Calcaire gris-brunâtre très finement pseudoolithique, parcouru de minuscules veines de calcite et de silex	0,60	m
21. Calcaire compact à <i>Radiolaires</i> avec agrégats de pyrite et lentilles de silex	1,17	m
22. Idem 20	0,20	m
23. Calcaire gris clair d'allure compacte, haché de veines de calcite. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse .	0,34	m

Fig.17

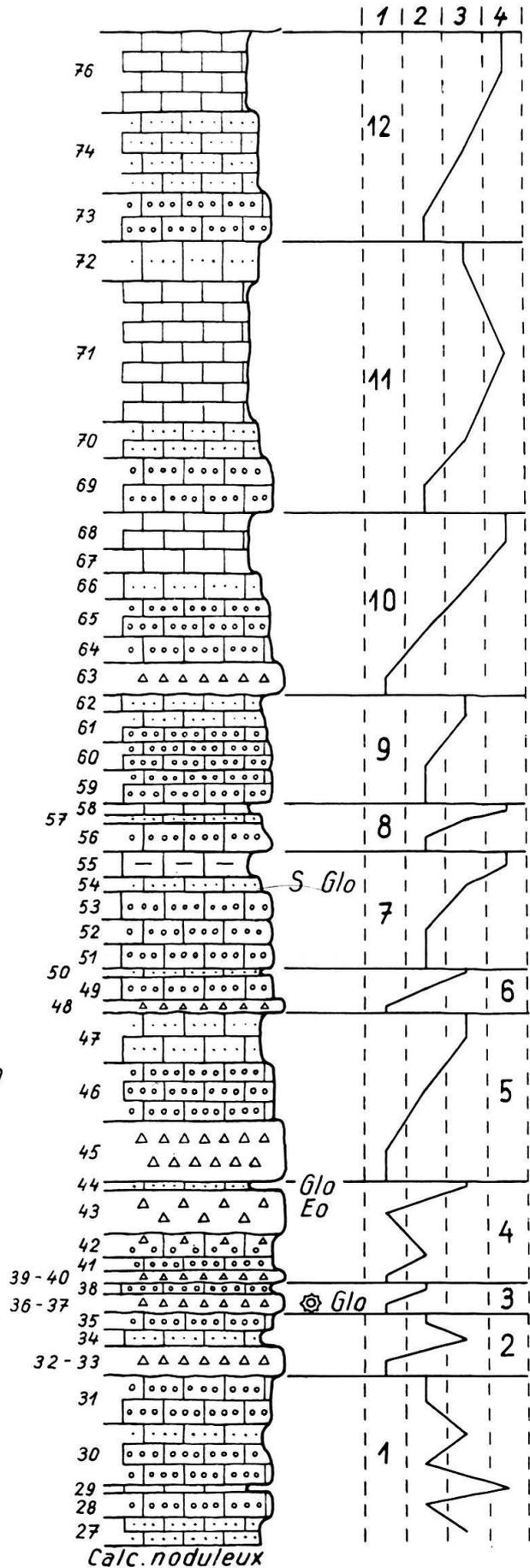
COUPE GRAPHIQUE ET
COURBE LITHOLOGIQUE
DANS LA SÉRIE
PARARYTHMIQUE
DE LA SECTION
DU BRÉSIL

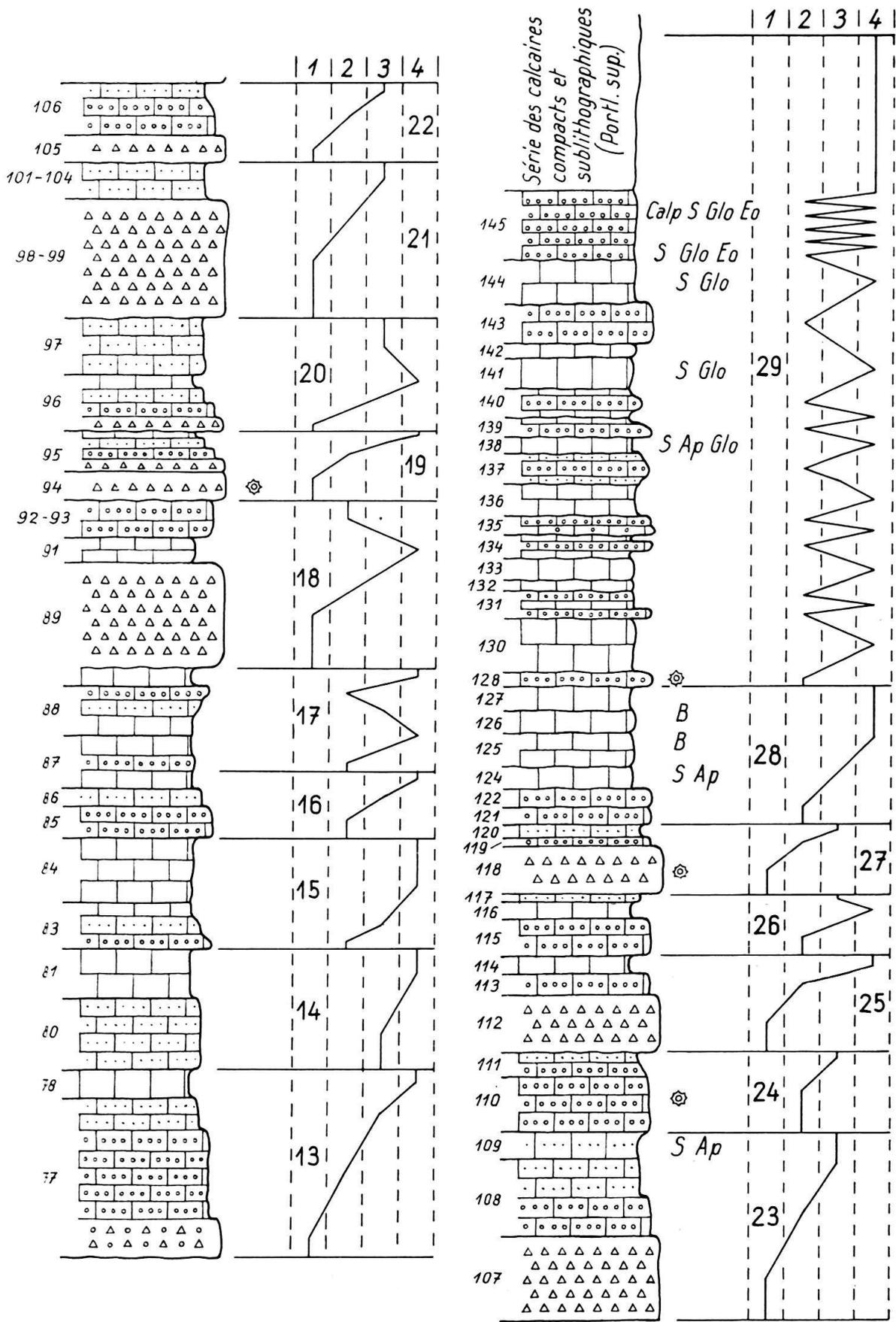
Echelle 1 : 200

Légende

- 1  *Breches et microbreches*
- 2  *Calcaires pseudoolithiques*
- 3  *Calcaires grumeleux*
- 4  *Calcaires compacts et sublithographiques*

-  *Clypeina jurassica* J.FAVRE
- Glo* *Globochaete alpina* A.LOMBARD
- Eo* *Eothrix alpina* A.LOMBARD
- S* *Saccocoma*
- Ap* *Aptychus*
- B* *Bélemnite*
- Calp* *Calpionelles*





24. Brèche monogène, les éléments dont le diamètre se situe entre 0,2 et 0,5 mm sont bien arrondis tandis que ceux qui ont 2 à 6 mm de diamètre sont anguleux ou subanguleux, ces derniers représentent le plus grand nombre 0,53 m
 Cette brèche est suivie de deux bancs (0,82 et 0,69 m) de calcaire pseudoolithique avec passées bréchiqes puis d'un banc de calcaire finement pseudoolithique 2,34 m
25. Calcaire faiblement argileux se débitant en grosses aiguilles, la texture s'affine vers le sommet du niveau. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauches de structure grumeleuse 1,85 m
Globochaete alpina LOMBARD
Radiolaires
 Spicules calcifiés de *Spongiaires*
26. Calcaire noduleux 0,62 m
- Début de la série pararythmique: (Fig. 17)*
27. Calcaire gris-brunâtre de structure grumeleuse, avec laminae très finement pseudoolithiques 0,74 m
28. Deux ou trois bancs de calcaire gris-brunâtre très finement pseudoolithique (type b) 0,54 m
29. Suite de la coupe environ 50 mètres plus bas, le raccord étant précis: calcaire compact à *Radiolaires* 0,07 m
30. Trois bancs (respectivement de 65, 53 et 37 cm) de calcaire très finement pseudoolithique (type b) passant imperceptiblement à la structure grumeleuse. En CM: *Radiolaires* et spicules de *Spongiaires* 1,55 m
31. Calcaire beige brunâtre à cassure largement esquilleuse, présentant une structure pseudoolithique à peine visible 1,23 m
32. Microbrèche polygène du type b), la part du ciment est négligeable 0,38 m
33. Idem 32 mais la taille des éléments diminue peu à peu pour passer, au sommet du banc, à un calcaire pseudoolithique du type a) 0,34 m
34. Calcaire beige brunâtre, de structure grumeleuse 0,43 m
35. Idem 31 0,43 m
36. Microbrèche polygène du type a); à relever la présence d'un bloc de calcaire oolithique lui-même entouré d'une structure concentrique 0,12 m
Clypeina jurassica FAVRE
Globochaete alpina LOMBARD
Miliolidae
Textulariidae
37. Idem 36 mais la taille des éléments a un peu diminué 0,36 m
38. Calcaire pseudoolithique gris-beige du type b) 0,22 m
Pseudocyclamina sp.
Textulariidae
Miliolidae
39. Microbrèche idem 36 0,23 m
40. Brèche du type a), certains éléments atteignent 10 mm de diamètre 0,12 m
41. Calcaire pseudoolithique du type b), la taille des pseudoolithes diminue légèrement dans la partie supérieure du banc 0,35 m
42. Calcaire très finement pseudoolithique à la base, puis la taille des pseudoolithes croît très rapidement et quelques éléments bréchiqes s'y trouvent mêlés 0,60 m
43. Microbrèche du type a), le ciment est fait de calcaire grumeleux et de calcite 1,16 m
Eothrix alpina LOMBARD
Miliolidae
 Sections d'*Algues*
44. Calcaire gris contenant quelques nodules dont le contour n'est que faiblement souligné, leur diamètre varie entre 1 et 10 mm. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse 0,18 m

Globochaete alpina LOMBARD*Radiolaires*

- | | | |
|---|---------|--------|
| 45. Brèche du type b), les plus grands éléments atteignent 6 mm de diamètre, la part de ciment, de structure finement pseudoolithique, est assez importante | environ | 1,50 m |
| 46. Calcaire très finement pseudoolithique du type b) | | 1,45 m |
| 47. Calcaire plaqueté de structure grumeleuse, gris à légèrement verdâtre, riche en minuscules agrégats de pyrite | | 1,29 m |
| 48. Brèche du type b), la diamètre moyen des éléments est d'environ 4 mm, la part du ciment est négligeable | | 0,23 m |
| 49. Calcaire pseudoolithique du type a) contenant en outre des plages (environ 4 × 2 cm) de calcaire grumeleux | | 0,73 m |
| 50. Calcaire plaqueté idem 47. | | 0,06 m |
| 51. Calcaire finement pseudoolithique avec de minuscules agrégats de pyrite et gravillon dolomitique | | 0,66 m |
| 52. Idem 51, mais la taille des matériaux est plus fine (deux bancs respectivement de 0,16 et 0,32 m) | | 0,48 m |
| 53. Idem 51 | | 0,74 m |
| 54. Calcaire gris à cassure très finement esquilleuse. En CM: calcaire de structure grumeleuse très homogène | | 0,37 m |

Globochaete alpina LOMBARD*Saccocoma**Radiolaires* et calcisphères

- | | | |
|---|--|--------|
| 55. Calcaire faiblement argileux à cassure conchoïdale, deux bancs respectivement de 0,31 et 0,37 m | | 0,68 m |
| 56. Calcaire très finement pseudoolithique passant peu à peu à la structure grumeleuse | | 0,71 m |
| 57. Calcaire grumeleux à cassure très finement esquilleuse | | 0,23 m |
| 58. Calcaire compact gris-beige à <i>Radiolaires</i> | | 0,30 m |
| 59. Calcaire grossièrement pseudoolithique, avec nodules de pyrite | | 0,87 m |
| 60. Calcaire très finement pseudoolithique | | 0,80 m |
| 61. Calcaire très finement pseudoolithique passant progressivement à un calcaire grumeleux | | 0,72 m |
| 62. Calcaire plaqueté de structure grumeleuse devenant cryptocristalline au sommet du banc | | 0,38 m |
| 63. Brèche du type b), le diamètre des éléments varie entre 2 et 10 mm | | 0,85 m |

Foraminifères ind.

- | | | |
|---|---------|--------|
| 64. Calcaire compact, parfois grossièrement noduleux, avec quelques passées irrégulières de calcite finement pseudoolithique | environ | 0,65 m |
| 65. Calcaire finement pseudoolithique | environ | 1,00 m |
| 66. Calcaire plaqueté idem 47 | environ | 0,65 m |
| 67. Calcaire gris-beige à cassure largement esquilleuse. En CM: calcaire très homogène de structure cryptocristalline, avec ébauche de structure grumeleuse; <i>Radiolaires</i> | | 0,60 m |
| 68. Idem 67, mais de teinte plus claire; aspect grossièrement noduleux | | 0,90 m |
| 69. Plusieurs bancs de calcaire finement pseudoolithique | | 1,40 m |
| 70. Calcaire gris foncé altéré en gris clair, la cassure finement esquilleuse suggère une structure grumeleuse | environ | 0,90 m |
| Le pendage des couches est vertical. | | |
| 71. Plusieurs bancs de calcaire compact beige à beige olivâtre, avec <i>Radiolaires</i> | | 3,56 m |
| 72. Calcaire idem 70 | environ | 1,05 m |
| 73. Calcaire pseudoolithique du type a) | | 1,15 m |
| 74. Idem 70, la texture devenant plus fine vers le sommet du niveau | | 2,00 m |
| 75. Ruban de silex | | 0,04 m |

76. Calcaire à cassure très finement esquilleuse devenant peu à peu grossièrement noduleux; ces pseudo-nodules sont marqués par une coloration plus claire que celle de la gangue. En CM: calcaire cryptocristallin à *Radiolaires*, avec ébauche de structure grumeleuse 2,00 m
- Globochaete alpina* LOMBARD
Cristellaria sp. et *Textulariidae*
77. Calcaire pseudoolithique avec passées microbréchiques. La taille des matériaux diminue peu à peu et le calcaire devient grumeleux au sommet du niveau environ 4,50 m
78. Calcaire compact à cassure lisse 0,70 m
79. Ruban de silex 0,09 m
80. Quatre bancs respectivement de 45, 21, 85 et 55 cm de calcaire grumeleux gris clair avec rognons de silex et *Radiolaires* 2,06 m
81. Six bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur de calcaire compact beige à cassure lisse. En CM: calcaire cryptocristallin très homogène, avec *Radiolaires*. Rognons de silex de 0,5 à 10 mm de diamètre 1,39 m
82. Ruban de silex 0,17 m
83. Calcaire très finement pseudoolithique devenant grumeleux puis compact (cryptocristallin) 1,30 m
84. Idem 81 1,80 m
85. Calcaire pseudoolithique environ 0,90 m
86. Calcaire grumeleux gris-beige, avec *Radiolaires* environ 0,50 m
87. Plusieurs bancs indiscernables de calcaire compact beige; passée de calcaire finement pseudoolithique au milieu du niveau 1,45 m
88. Calcaire compact devenant peu à peu grumeleux puis pseudoolithique (granoclassement inverse), les bancs sont indiscernables 1,40 m
89. Calcaire blanchâtre. En CM: calcaire microgrenu parfois imprégné de calcédoine, les *Radiolaires* sont très abondants et tous demeurés siliceux (calcédoine ou opale) 0,11 m
90. Affleurement très mal dégagé: calcaires compacts suivis d'une brèche du type a); concrétions de silex environ 3,40 m
91. Calcaire compact beige clair avec passées roses 0,72 m
92. Calcaire pseudoolithique beige brunâtre du type b) 0,31 m
93. Idem 92, mais avec rognons de silex 0,73 m
94. Microbrèche du type a) environ 0,80 m
- Clypeina jurassica* FAVRE
Teutloporella sp.
Bryozaires
95. Idem 94 mais la dimension des matériaux s'est affinée, puis on passe insensiblement au calcaire pseudoolithique qui deviendra grumeleux puis compact (séquence fondamentale complète); les bancs ne sont pas discernables environ 1,15 m
96. Complexe présentant la même évolution de la brèche au calcaire compact 1,60 m
97. Calcaire beige à cassure esquilleuse. En CM: mélange très homogène de grumeaux entourés de calcite 1,65 m
98. Brèche du type a) environ 3,00 m
99. Idem 98, mais la taille des éléments a diminué 0,35 m
- Débris microorganiques
100. Ruban de silex 0,09 m
101. à 104. Quatre bancs respectivement de 21, 12, 18 et 56 cm de calcaire grumeleux 1,07 m
105. Brèche du type a) environ 0,76 m
106. Calcaire compact avec passées finement pseudoolithiques puis calcaire grumeleux; les bancs sont indiscernables environ 1,50 m

107. Brèche du type a)	environ	2,40 m
108. Calcaire finement pseudoolithique passant à la structure grumeleuse. <i>Radio-laires</i> abondants au sommet du niveau	environ	2,20 m
109. Calcaire gris-beige clair à cassure esquilleuse. En CM: calcaire cryptocristallin avec ébauche de structure grumeleuse		0,75 m
<i>Saccocoma</i> (très nombreux) <i>Aptychus</i> Spicules de <i>Spongiaires</i>		
110. Calcaire finement pseudoolithique du type a)	environ	1,55 m
<i>Clypeina jurassica</i> FAVRE <i>Textulariidae</i> Débris organiques indéterminables		
111. Idem 110 mais les matériaux s'affinent	environ	0,70 m
112. Brèche du type a)		1,60 m
113. Calcaire finement pseudoolithique		0,62 m
114. Calcaire compact		0,51 m
115. Calcaire finement pseudoolithique, 2 bancs de 60 et 45 cm		1,05 m
116. Quatre bancs de calcaire compact		0,49 m
117. Calcaire grumeleux beige à cassure esquilleuse		0,10 m
118. Microbrèche du type a)	environ	1,40 m
<i>Clypeina jurassica</i> FAVRE (très nombreux) <i>Textulariidae</i> et fragments d' <i>Algues</i>		
119. Calcaire finement pseudoolithique		0,11 m
120. Calcaire grumeleux		0,38 m
Nous sommes au sommet du versant oriental de la carrière.		
121. Calcaire finement pseudoolithique		0,56 m
121/122. Résidu argileux verdâtre; ce joint est irrégulièrement ondulé et suivi d'un ruban de silex		0,03 m
122. Calcaire très finement pseudoolithique du type b)		0,58 m
<i>Textulariidae</i>		
122/123. Plaquette de calcite (plus ou moins 1 mm d'épaisseur) irrégulièrement recouverte d'une mince couche de marne grise et de feuillets extrêmement minces de chlorite due au dynamométamorphisme, phénomène d'ailleurs fréquemment souligné par des stries de friction. La direction de ces stries forme un angle d'environ 40 degrés sous l'horizontale vers le SW. Ce joint, comme tous les suivants, est ondulé et contient des agrégats de pyrite.		
124. Calcaire compact beige avec minuscules agrégats de pyrite et quelques feuillets extrêmement minces de chlorite. Interjoint discontinu d'argilite verdâtre à 0,34 m de la base		0,66 m
<i>Saccocoma</i> <i>Aptychus</i>		
124/125. Idem 122/123.		
125. Calcaire compact avec deux interjoints plus ou moins continus		1,20 m
<i>Bélemnite</i>		
125/126. Idem 122/123.		
126. Idem 124.; la direction des stries de friction est très bien visible		0,63 m
<i>Bélemnite</i>		
126/127. Idem 122/123.		
127. Idem 124; présente plusieurs interjoints irréguliers		0,70 m
127/128. Idem 122/123.		

128. Calcaire finement pseudoolithique du type b), avec agrégats de pyrite. Fait rapidement place au calcaire compact 0,42 m
Clypeina jurassica FAVRE (rare)
 Articles de *Crinoïdes*
Textulariidae
- 128/130. Idem 122/123.
 130. Calcaire sublithographique beige clair à légèrement verdâtre, comprenant plusieurs interjoints 1,56 m
- 130/131. Idem 122/123.
 131. a) calcaire finement pseudoolithique: 0,20 m
 b) Calcaire compact se distinguant de a) par sa couleur verdâtre: 0,15
 b/c) interjoint
 c) calcaire finement pseudoolithique, interjoint à 10 cm du sommet 0,80 m
- 131/132. Idem 122/123.
 132. Calcaire gris à légèrement verdâtre avec nodules mal individualisés, contenant des *Radiolaires* 0,31 m
- 132/133. Idem 122/123.
 133. Calcaire compact beige; interjoint à 21 cm 0,63 m
- 133/134. Idem 122/123.
 134. a) Calcaire compact: 0,21 m
 a/b) Interjoint
 b) Calcaire finement pseudoolithique: 0,21 m
 b/c) Alignement de petits nodules de silex suivi d'un interjoint extrêmement mince de calcite
 c) Calcaire finement pseudoolithique: 0,20 m
 c/d) Alignement de petits nodules de silex
 d) Calcaire compact: 0,05 m 0,69 m
- 134/135. Idem 122/123.
 135. a) Calcaire compact avec passées très finement pseudoolithiques au milieu du banc: 0,12 m
 a/b) Interjoint
 b) Calcaire compact: 0,10 m
 b/c) Interjoint
 c) Calcaire pseudoolithique passant progressivement à un calcaire compact: 0,29 m 0,51 m
- 135/136. Idem 122/123.
 136. a) Calcaire compact présentant trois alignements parallèles de nodules de silex: 0,66 m
 a/b) Interjoint
 b) Idem a), avec un alignement de nodules de silex dans la partie supérieure du banc: 0,29 m 0,95 m
- 136/137. Idem 122/123.
 137. a) Calcaire grumeleux brunâtre: 0,16 m
 a/b) Interjoint
 b) Banc hétéropolaire: calcaire grumeleux sur 10 cm puis calcaire pseudoolithique et enfin calcaire compact sur 23 cm 0,82
- 137/138. Idem 122/123.
 138. Trois bancs (respectivement de 18, 12 et 16 cm) de calcaire compact beige 0,46 m
Saccocoma
Globochaete alpina LOMBARD
Aptychus
Radiolaires
- 138/139. Idem 122/123.

139. a) Calcaire finement pseudoolithique: 0,11 m
 b) Alignement de rognons juxtaposés de silex, épaisseur moyenne 5 cm
 c) Calcaire finement pseudoolithique (sur 26 cm) passant progressivement à un calcaire compact (environ 10 cm) 0,52 m
- 139/140. Idem 122/123.
140. a) Calcaire compact avec passées très finement pseudoolithiques sur 19 cm
 a/b) Interjoint
 b) Calcaire finement pseudoolithique blanchâtre: 0,55 m, avec alignement de rognons de silex à 10 cm de la base
 c) Calcaire compact: 0,08 m 0,82 m
- 140/141. Idem 122/123.
141. Trois bancs (respectivement de 28, 28 et 37 cm) de calcaire compact gris clair, avec rognons de silex 0,93 m
- Dans le troisième banc:
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma (très nombreux)
- 141/142. Idem 122/123.
142. Calcaire compact gris clair 0,37 m
- 142/143. Idem 122/123.
143. Quatre bancs (respectivement de 29, 31, 18 et 30 cm) de calcaire finement pseudoolithique beige clair, altéré en brun. En CM: texture très homogène, les pseudoolithes nagent dans un ciment de calcite, leur diamètre est de 0,1 mm 1,08 m
- Textulariidae*
- 143/144. Idem 122/123.
144. Trois bancs (respectivement de 45, 40 et 39 cm) de calcaire compact gris clair avec agrégats de pyrite et rognons de silex; ces bancs présentent parfois des passées irrégulières de calcaire finement pseudoolithique 1,24 m
- Au sommet du troisième banc:
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma et *Radiolaires*
- 144/145. Idem 122/123.
145. Cinq bancs hétéropolaires: finement pseudoolithique et brunâtre à la base, ils deviennent compacts et gris-beige clair au sommet
- a) calcaire pseudoolithique avec silex: 0,46 m
 calcaire compact avec passées pseudoolithiques, silex et agrégats de pyrite: 0,24 m
Eothrix alpina LOMBARD
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma
 Articles de *Crinoïdes* (rares)
Textulariidae (dans les passées pseudoolithiques)
- b) calcaire pseudoolithique: 0,18 m
 calcaire compact: 0,19 m
- c) calcaire pseudoolithique: 0,065 m
 calcaire compact avec silex: 0,095 m
- d) calcaire pseudoolithique avec ruban de silex: 0,14 m
 calcaire compact avec silex: 0,40 m
- Début de la série des calcaires compacts et sublithographiques*
Portlandien supérieur:
Calpionella alpina LORENZ
Calpionella elliptica CADISCH
Globochaete alpina LOMBARD
Eothrix alpina LOMBARD
Fibrosphères

- e) calcaire pseudoolithique: 0,06 m
calcaire compact: 0,075 m 1,90 m
- 145/146. Idem 122/123.
146. Nous sommes à l'angle N de la carrière.
Trois bancs (respectivement de 60, 42 et 48 cm) de calcaire compact beige clair avec silex 1,50 m
- Calpionella alpina* LOR. et *elliptica* CAD.
Globochaete et *Eothrix alpina* LOMB.
Saccocoma
Radiolaires
Embryon d'*Ammonite* dans le deuxième banc
- 146/147. Idem 122/123.
147. Calcaire sublithographique 0,36 m
- 147/148. Idem 122/123.
148. Calcaire sublithographique avec silex 0,65 m
- 148/149. Idem 122/123.
149. a) Calcaire finement pseudoolithique sur 10 cm puis calcaire compact sur 23 cm
b) Deux bancs de calcaire sublithographique: 75 et 78 cm 1,86 m
- 149/150. Idem 122/123.
150. Au sommet de la falaise N de la carrière: depuis ici les conditions d'observation ne permettent plus de distinguer les surfaces de stratification des joints de phase positive (sensu LOMBARD 1956).
- a) Calcaire finement pseudoolithique passant peu à peu au calcaire sublithographique, silex au milieu du banc: 0,72 m
- b) Trois bancs (respectivement de 15, 13 et 44 cm) de calcaire sublithographique beige clair: 0,72 m
- c) Deux bancs (respectivement de 30 et 28 cm) de calcaire sublithographique beige avec passées roses; silex au milieu du deuxième banc: 0,58 m
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Saccocoma et *Globochaete alpina* LOMBARD
Radiolaires
- d) Calcaire sublithographique beige clair: 0,28 m 2,30 m
151. Plusieurs bancs indiscernables de calcaire sublithographique beige très clair et parfois légèrement bleuté, avec silex 5,45 m
- Au sommet du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Saccocoma et *Globochaete alpina* LOMBARD
Radiolaires
152. Idem 151. Il faut en outre relever la présence, à la base du niveau, d'une microbrèche monogène puissante de 18 cm.
Vers le milieu du niveau, un banc est légèrement tacheté 4,50 m
153. Trois bancs (respectivement de 40, 16 et 36 cm) de calcaire sublithographique beige clair 0,92 m
- Dans le premier banc:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Aptychus
Radiolaires
154. Bancs indiscernables de calcaire sublithographique beige très clair avec silex. Il faut relever la présence d'un banc de 10 cm d'épaisseur de calcaire finement pseudoolithique à 4 m de la base du niveau 10,60 m
155. Calcaire sublithographique beige très clair, très peu tacheté, avec rubans de silex environ 7,30 m

- A la base du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Globochaete alpina LOMBARD
- Au milieu du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Calp. intermedia DURAND DELGA (rares)
Globochaete alpina LOMBARD et *Aptychus*
- Au sommet du niveau:
Calpionella alpina LOR. (très nombreuses)
Calp. elliptica CAD.
Calp. intermedia DURAND DELGA
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (très rares)
156. Calcaire finement pseudoolithique sur 13 cm, puis idem 155 . . . environ 3,10 m
 Au milieu du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (moins fréquentes qu'*alp.*)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (très rares)
Globochaete alpina LOMBARD
157. Calcaire sublithographique beige, un peu tacheté 6,00 m
 A la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (moins fréquentes qu'*alp.*)
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (moins rares)
Globochaete alpina LOMBARD et *Radiolaires*
- A 1,50 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (un peu moins fréquentes qu'*alp.*)
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.)
Aptychus, *Globochaete* et *Eothrix*
- A 3,00 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (dans la même proportion qu'*alp.*)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.)
Tintin cadischiana COLOM (assez fréquentes)
Aptychus, *Globochaete* et *Radiolaires*
- A 4,50 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella cadischiana COLOM (rares)
Aptychus, *Globochaete* et *Eothrix*

Les conditions d'affleurement ne permettent pas de poursuivre cette coupe. Il semble que nous soyons très près de la limite lithologique formation des calcaires massifs – formation des calcaires plaquetés.

3. Je n'ai pas repris entièrement la coupe que H. WEISS (1949) a levée dans la combe Dislise, sur le versant de la Maischopfenspitze (Petit Brun), mais j'y ai suivi en détail le passage de la formation des calcaires massifs à celle des calcaires plaquetés, en essayant d'y placer la limite Malm–Crétacé. Cette description sera présentée plus loin, (p. 723, fig. 18) lorsque nous traiterons le problème de la limite Jurassique–Crétacé.

IV. Paléontologie et âge

A. Le Membre noduleux

On n'a pas trop de peine à trouver quelques *Ammonites* dans le membre noduleux. J'ai récolté des exemplaires souvent mal conservés de *Phylloceras*, de *Sowerbyceras* et de *Perisphinctidae* montrant que la zone à *Gregoryceras transversarium* est contenue dans le membre noduleux.

La limite Oxfordien inférieur - Oxfordien moyen (= Oxfordien s.s. - Argovien auct.) n'a pas pu être précisée mais, selon J. VON DER WEID (1962), elle concorderait avec l'apparition des niveaux noduleux.

En corrélation avec le Jura, WEISS (1949) pensait reconnaître le Séquanien (= Oxfordien supérieur) par la présence de *Conicospirillina* qu'il mentionne dans des horizons noduleux; je n'ai malheureusement pas trouvé cet intéressant *Foraminifère* mais après la découverte à l'anticlinal I d'un *Perisphinctes* cf. *navillei* E. FAVRE *vide* ARKELL¹⁾, cité dans le Séquanien des Préalpes externes, il y a tout lieu de croire que le Membre noduleux déborde dans l'Oxfordien supérieur (= Séquanien auct.).

En coupe mince, j'ai reconnu des *Radiolaires*, des spicules de *Spongiaires*, des *Miliolidae*, des *Textulariidae* et des *Globochaete alpina* LOMBARD.

Conclusion: l'extension biostratigraphique du membre noduleux demeure peu précise, elle comprendrait la zone à *G. transversarium* (= Oxfordien moyen) et tout ou partie de la zone à *E. bimammatum* (= Oxfordien supérieur).

B. La série pararythmique

Après ce que nous venons de dire au paragraphe A, la série pararythmique débiterait au Kimméridgien ou éventuellement au sommet de l'Oxfordien déjà; la coupe du Brésil a montré qu'elle se termine très exactement avec l'apparition des premières *Calpionelles*, soit au sommet du Portlandien inférieur. La limite Kimméridgien-Portlandien²⁾ n'est pas identifiable.

Les *Bélemnites* sont les seuls macrofossiles que j'aie trouvés. En coupe mince, j'ai reconnu les microorganismes suivant:

Clypeina jurassica FAVRE
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma
Eothrix alpina LOMBARD
Teutloporella sp.
Bryozoaires
 Spicules de *Spongiaires*
Radiolaires
Miliolidae
Textulariidae
Pseudocyclammia sp.
Cristellaria sp.
Aptychus.

¹⁾ Forme également signalée par WEISS (1949) dans les calcaires noduleux de Lessoc (p. 99).

²⁾ Selon le sens français.

A part *Clypeina jurassica* FAVRE dont l'apparition (niveau 36 de la coupe du Brésil) indique au moins le Kimméridgien (P. DONZE, 1958), ces organismes n'ont qu'un intérêt d'ordre écologique. Nous y reviendrons au chapitre suivant, en traitant des conditions de sédimentation.

C. La série des calcaires compacts et sublithographiques

Du point de vue paléontologique, cette série est caractérisée par l'apparition des *Tintinnoidiens* marquant le début du Portlandien supérieur.

J'ai reconnu les genres et espèces suivants :

- Calpionella alpina* LORENZ
- Calpionella elliptica* CADISCH
- Calpionella intermedia* DURAND DELGA
- Tintinnopsella carpathica* (MURG. et FIL.)
- Tintinnopsella longa* (COLOM)
- Tintinnopsella cadischiana* COLOM
- Tintinnopsella colomi* BOLLER
- Amphorellina subacuta* COLOM

En outre nous retrouvons des *Globochaete*, des *Eothrix*, des *Saccocoma*, des *Aptychus* et des *Fibrosphères*.

La question de la limite Malm-Crétacé sera traitée au chapitre suivant, mais relevons immédiatement que certains des organismes cités ci-dessus indiquent déjà le Berriasien si bien que, dans les limites du territoire étudié, la série des calcaires compacts et sublithographiques déborde légèrement dans le Crétacé.

En résumé, dans la partie occidentale du Massif des Bruns, la formation des calcaires massif se présente de la façon suivante :

1. Le Membre noduleux, puissant d'environ 50 mètres, représente l'Oxfordien moyen et tout ou partie de l'Oxfordien supérieur.
2. La série pararythmique, puissante d'environ 105 mètres, représente l'extrême sommet de l'Oxfordien supérieur (?), le Kimméridgien et le Portlandien inférieur.
3. La série des calcaires compacts et sublithographiques, puissante d'environ 45 mètres, représente le Portlandien supérieur et une partie du Berriasien.

V. Conditions de sédimentation

A. Les dépôts du Membre noduleux

M. CHATTON (1947) a certainement raison lorsqu'il dit que « sans nul doute on se trouve en présence d'une concentration du calcaire dans les nodules. Et L. CAYEUX explique cette véritable concrétion par un phénomène de ségrégation qui affecte une association intime de plusieurs substances telles que l'argile et le carbonate de chaux ».

Sur la base des observations suivantes, la formation des brèches monogènes du membre noduleux doit être attribuée à des remaniements sous-marins :

a) les éléments des brèches sont des fragments irréguliers et anguleux de calcaire vaseux dont la taille varie du granule microscopique au gravier de plus de 10 mm de diamètre; de plus ils entrent souvent en contact en s'impressionnant mutuellement, ce qui prouve que le calcaire était encore à l'état mou au moment de son assemblage;

b) ces éléments ne peuvent en aucun cas avoir été transportés, non seulement à cause de leur forme irrégulière mais encore parce que la roche qu'ils constituent ne présente pas de matériel terrigène ni d'organismes de milieu néritique comme ce sera le cas dans les brèches polygènes de la série pararythmique;

c) entre les éléments des brèches se trouve parfois, en faible quantité, un ciment de calcaire très finement pseudoolithique, homogène et exempt lui aussi de tout corps étranger au milieu, favorable à l'élaboration des calcaires vaseux. L'existence de ces minuscules pseudoolithes ne contredit absolument pas l'idée d'un remaniement sur place.

Les brèches monogènes sont donc autochtones, intraformationnelles.

Avant de parler de la série pararythmique relevons encore que la série du membre noduleux est désordonnée et que la succession lithologique est fonction des phénomènes chimiques (précipitation et ségrégation), des courants remaniant un fond vaseux à peine consolidé, et de la teneur en argile.

B. Les dépôts de la série pararythmique

1. Milieu de formation

Avant d'émettre des hypothèses sur le mode de formation des dépôts constituant la séquence fondamentale (voir p. 702) puis d'analyser la courbe lithologique de la coupe du Brésil, il est primordial de savoir si la sédimentation s'est faite dans un milieu néritique ou côtier propice à la formation des brèches (base de la séquence fondamentale) ou au contraire dans un milieu pélagique propre à la précipitation chimique des calcaires compacts et sublithographiques (dernier terme de la séquence fondamentale).

Pour répondre à cette question nous aurons recours aux associations d'organismes reconnues en coupe mince.¹⁾

«*Clypeina jurassica* FAVRE ne se rencontre qu'en milieu saumâtre ou marin proche de l'émersion. Grace à sa grande extension géographique et à sa facilité de détermination, cet organisme constitue un critère commode et sûr de faible profondeur marine, à condition bien entendu qu'il n'ait pas été entraîné au large par les courants» P. DONZE (1958). En fait je n'ai trouvé des *Clypéines* que dans des brèches et des calcaires pseudoolithiques du type a) c'est-à-dire dans des roches à caractère nettement détritique.

«Les *Saccocoma* sont des formes libres et nageuses, ce qui explique leur présence en milieu pélagique» R. VERNIORY (1954). Je ne les ai trouvés que dans des calcaires grumeleux ou compacts; il faut aussi remarquer que dans les niveaux 109, 124 et 138 de la coupe du Brésil, les *Saccocoma* étaient accompagnés d'*Aptychus*.

A propos des *Calpionelles*, des *Globochaete* et d'*Eothrix*, A. LOMBARD (1954) fait la remarque suivante: «ces diverses microformes sont toutes voisines les unes des autres et font partie d'un même ensemble planctonique groupant les caractères

¹⁾ Il aurait fallu multiplier le nombre des coupes minces et même en faire dans chaque banc, mais cela dépasserait le cadre de ce travail qui n'est qu'une description régionale.

morphologiques et écologiques d'un milieu commun: pélagique ou côtier. On sait combien sont grandes les migrations que peuvent accomplir les spores protégées par leur cuticule. Toutefois le faciès des calcaires et l'absence de caractères terrigènes semble éliminer la possibilité d'une origine côtière.» C'est également l'avis de M. DURAND-DELGA (1956): «dans la presque totalité des cas, *Eothrix* et *Globochaete* se rencontrent dans des calcaires à grain fin, à côté d'autres microorganismes pélagiques.»

Ces remarques de chercheurs avisés, la présence de *Bélemnites* et surtout d'*Aptychus*, le manque total de grains de quartz nous obligent à situer l'ensemble de la série dans un milieu pélagique; d'autre part, la superposition directe des niveaux bréchiques sur les calcaires compacts de la séquence inférieure ne saurait être expliquée par des oscillations de la profondeur de la mer. Par ailleurs on ne voit jamais des caractères néritiques tels que ripple marks, chenaux d'érosion, stratification entrecroisée (il est vrai que les affleurements de nos Préalpes ne sont pas favorables à l'observation de ces phénomènes). Il faut donc que les éléments bréchiques et les organismes tels les *Clypéines* aient été transportés en milieu pélagique.

2. Mode de transport

Deux faits observés vont nous permettre de formuler une hypothèse relative au mode de transport en milieu pélagique des éléments constitutifs des brèches et de leur microflore (*Clypéines*):

- a) le granoclassement de la séquence fondamentale (voir p. 702)
- b) la forme irrégulière des éléments.

Le granoclassement fait immédiatement penser aux courants de turbidité, une coulée boueuse aurait en effet laissé des dépôts plus chaotiques et l'idée d'un écoulement généralisé est en contradiction avec l'évolution rapide de la série et le caractère souvent lacunaire des séquences.

La forme irrégulière des éléments laisse supposer un court déplacement mais les courants de turbidité, grâce à leur faible pouvoir érosif peuvent transporter des éléments anguleux sur de grandes distances sans usure appréciable (J. REMANE 1960).

Les calcaires pseudoolithiques du type b), c'est-à-dire de structure parfaitement homogène se seraient alors formés sur place lorsque les courants ne charriaient plus de matériel soit par défaut de celui-ci, soit parce que devenus trop faibles.

Ainsi l'hypothèse des courants de turbidité semble répondre à toutes les exigences des faits observés.

Remarques au sujet de la coupe graphique et de la courbe lithologique (fig. 17, p. 708)

1. Les rognons et rubans de silex ne figurent pas sur la coupe graphique pour ne pas surcharger inutilement le dessin.

2. Une séquence est interrompue chaque fois qu'un courant vient rompre la sédimentation calme des calcaires vaseux ou d'une manière plus générale chaque fois qu'un dépôt est surmonté par un autre plus grossier que lui, à moins que la séquence soit désordonnée c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de granoclassement.

3. Sur les 29 séquences que comporte la série pararythmique de la coupe du Brésil, 20 sont positives c'est-à-dire présentent un grano/classement. De ces 20 séquences

affectées de graded bedding, 3 seulement sont complètes, ce sont les séquences 10, 13 et 19. Les cinq biséquences 2, 11, 18, 20 et 26 présentent la forme + —, la phase positive étant toujours la plus importante. Les séquences 1, 4 et 17 sont désordonnées. La séquence 29 n'est pas granoclassée mais présente une alternance calcaire pseudo-olithique — calcaire compact: l'intensité et la fréquence des courants diminuent, annonçant déjà la période de sédimentation calme du Portlandien supérieur.

En résumé, la coupe du Brésil a permis de démontrer que la partie médiane de la formation des calcaires massifs est affectée de graded bedding, et de mettre ainsi en évidence le rôle joué par les courants de turbidité durant la sédimentation du Kimméridgien et du Portlandien inférieur.

CHAPITRE VIII

La formation des calcaires plaquetés (Néocomien)

Du point de vue strictement géographique, la formation des calcaires plaquetés (le Néocomien des auteurs) occupe la majeure partie de la vallée des Fornis dont elle tapisse la presque totalité des versants.

Sur le plan tectonique, la formation des calcaires plaquetés occupe le cœur du synclinal de la Dent-de-Broc dont elle termine la série stratigraphique et le synclinal de la Gruyère où nous verrons qu'elle enserme encore deux petites bandes du « complexe schisteux intermédiaire ».

V. GILLIÉRON (1885) a parfaitement bien su décrire la lithologie de cette formation: «C'est un calcaire assez tendre, à pâte très fine, à cassure habituellement conchoïde, de teinte gris blanchâtre, parfois olivâtre, presque toujours parsemé de taches noires à bords imparfaitement circonscrits, quelquefois même confluentes avec la teinte générale; en se ramifiant ces taches peuvent prendre l'apparence de *Fucoïdes*. Les bancs de ce calcaire sont peu épais (plus ou moins 10 cm) et souvent séparés par des parties schisteuses et argileuses, d'une teinte plus foncée et assez tendres, il arrive aussi que ces intercalations schisteuses sont surtout calcaires, et que l'argile n'est qu'un enduit noir à la surface des feuilletts. A l'air l'ensemble prend une teinte bleuâtre assez marquée dans les parties où les produits de la décomposition ne sont pas restés attachés à la roche. Le peu d'épaisseur des bancs fait que la stratification est ordinairement très apparente: elle ne disparaît que lorsqu'ils ont été soudés par une action mécanique ou autre, et forment une masse plus ou moins remplie de veines de spath calcaire. Outre quelques pyrites de fer, le néocomien contient, comme le tithonique sous-jacent, du silex corné noir, en rognons aplatis dans le sens de la stratification et souvent reliés entre eux».

L. PUGIN (1952) remarquait au Moléson que «l'épaisseur des bancs augmente vers le milieu de l'étage, ce qui a pour résultat de former des abrupts dans la morphologie». Les abrupts situés entre Osseyre Dessous et Ferredetz, sur le versant Sud de la vallée, donnent une valeur extra-régionale à cette remarque.

Les magnifiques replis dysharmoniques qu'offre la formation des calcaires plaquetés ont été signalés partout dans les Médiannes plastiques; sur le territoire étudié, les plus beaux exemples se trouvent dans la combe des Morvaux et sur les versants de l'arête du Petit Brun.