

Stratigraphie : formation calcaréo-argileuse (Toarcien-Oxfordien moy.)

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **60 (1967)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

CONCLUSION

Aucune faune ne me permet de donner un âge à cette formation. L. PUGIN (1952) et J. v. DER WEID (1962) l'ont datée du Pliensbachien (zone à *Up. jamesoni*-zone à *Pl. spinatum*) dans les replis bordiers de leurs terrains respectifs. Le faciès étant identique, je ne puis que me rallier à leurs conclusions en admettant que ce faciès est partout synchrone.

Quant à la signification paléogéographique de ce faciès, une étude sédimentologique précise des conditions de formation de ces roches permettrait seule une appréciation de leur milieu de dépôt. La présence des quartz clastiques, de la glauconie, des spicules et des débris calcitiques divers indique qu'il s'agit plutôt d'un faciès terrigène de plateforme. Les formations à spicules et glauconie de l'Argonne (JUNG 1963, p. 126) sont considérées comme un sédiment côtier. Malgré certaines analogies avec ce faciès, les calcaires siliceux des Préalpes médianes ne peuvent être considérés comme littoraux. Il est également impossible de les attribuer à un milieu pélagique dont ils n'ont aucun des caractères. La présence de *Radiolaires* ne peut servir d'indice car ces organismes sont soumis aux conditions de l'eau en surface et n'ont aucun rapport écologique avec les sédiments répandus au fond de la mer.

CHAPITRE VI

FORMATION CALCARÉO-ARGILEUSE

(Toarcien-Oxfordien moy.)

MEMBRES A ET B

(Toarcien-Bajocien)

Ces deux premiers membres de la formation ne sont pas toujours faciles à distinguer. Dans la zone Nord, on peut les séparer dans la coupe du Staldengraben. Je les traite ensemble afin de ne pas interrompre la description de la coupe et la succession des faunozones de Foraminifères et d'Ostracodes. La distinction de faciès est basée sur la proportion schistes/calcaires et la nature des calcaires. Dans le membre A, les schistes sont très abondants et en proportion égale avec les calcaires, sinon supérieure, dans le membre B, les calcaires dominent nettement. D'autre part, la base du membre B est formée de calcaires légèrement détritiques, à spicules et *Zoophycos*. Le complexe des «Schistes carton» de la base du membre A n'affleure pas. On trouve seulement quelques décimètres de calcaire gréseux à laminae que J. P. SPICHER (1965) place à la base de ce complexe. Dans la zone Sud, il est impossible d'individualiser deux complexes.

*Zone Nord de l'Anticlinal II.**Affleurements et faune*

Ce sont surtout les calcaires et schistes du membre A qui affleurent dans la zone Nord.

1. Sur l'arête de Gougleras les calcaires et schistes argileux recouvrent la formation siliceuse par fauchage superficiel. Ils sont en contact avec les calcaires massifs à leur partie supérieure. Au chalet Galutzi et dans le ruisseau «sans nom», ils affleurent à la base des calcaires détritiques bathoniens.

2. Dans le Hürlinenbach, ils affleurent une première fois, en anticlinal, entre les calcaires détritiques bathoniens. Les pendages y sont aberrants. Un deuxième affleurement les place entre la cornieule triasique et ces mêmes calcaires détritiques.

3. Dans le synclinal de Staldenhubel, un affleurement de calcaire argileux gris à cassure écailleuse et des schistes argileux nous indiquent que le membre A forme, au moins partiellement, le noyau de cette structure. On y trouve en quantité :

Pleydellia aalensis (ZIETEN)

du Toarcien supérieur. Cet affleurement (coordonnées 588,55/167,26) est situé dans une région où affleurent très peu de roches ce qui a conduit J. TERCIER, dans sa carte originale au 1 : 10 000, à la notation de la cornieule. Mes observations ont été rendues possibles par des travaux de fouille effectués pour un captage.

4. Le long du chemin des Neuschels, dans le flanc externe du synclinal de la Dent de Broc, affleurent tout d'abord des calcaires argileux gris-clair, tachetés, et des schistes argileux. Le complexe de calcaires gris, à cassure écailleuse, et de schistes noirs à débit très fin, qui leur succèdent, ne se retrouve pas dans le Staldengraben où il a disparu sous la couverture ou par effet de la tectonique. Juste avant l'entrée de la forêt, affleurent les calcaires à spicules et *Zoophycos* de la base du membre B. A deux mètres de la base, j'ai trouvé :

Dorsetensia sp.

du Bajocien inférieur et moyen.

5. Sur la rive gauche du ruisseau des Neuschels, 150 m à l'E de la ferme de Unterer Stierenberg, un affleurement de calcaire gris à cassure écailleuse et de calcaire tacheté à cassure lisse, entrecoupé de schistes, a livré :

Hildoceras cf. *bifrons* (BRUGUIERE)

Hildoceras sublevisoni (FUCINI)

Coeloceras (*Dactylioceras*) *crassiusculosum* (SIMPSON)

Bélemnites sp.

Cette faune date la zone à *H. bifrons*, du Toarcien moyen. Dans le même niveau (10 cm), les Foraminifères et les Ostracodes sont associés aux Ammonites; leur détermination a été effectuée par J. J. BIZON :

Ostracodes: *Paracypris* sp.

Cytherella sp.

Bairdia sp.

- Foraminifères: *Vaginulina (Citharina) colliezi* (TERQUEM)
Vaginulina longuemari (PAYARD)
Falsopsalmula chicheryi (PAYARD)
Falsopsalmula cf. *deslongchampsii* (TERQUEM)
Lingulina sp.
Nodosaria cf. *fontinensis* (TERQUEM)
Lenticulina sp.
- En plus: Vertèbres et plaques d'Ophiures

6. *Coupe du ruisseau du Staldengraben*. La fig. 17 donne le log lithologique de la coupe qui a pu être levée. A la suite du niveau 34, des prélèvements ont été effectués dans des pointements de roches du Membre B jusqu'à son contact avec le Membre C. La situation de ces prélèvements est portée sur les fig. 18 et 19.

Lithologie générale et limites

La base du membre A est reconnaissable à l'apparition des calcaires gréseux à lamination fine entrecoupés de schistes argileux tendres. Ces schistes domineront toute la lithologie du membre où les bancs de calcaire sont généralement subordonnés. Peut-être en est-il autrement dans la partie supérieure, mais elle affleure si mal... La limite supérieure du membre A est fixée à l'apparition d'assises détritiques calcaires à spicules silicifiés et nombreux *Zoophycos*. Ces calcaires sont très semblables à ceux de la formation siliceuse. Les schistes sont très nettement subordonnés aux calcaires. La limite supérieure est fixée à l'apparition de calcaires gréseux plus grossiers et calcaires à oolithes du membre C. La différence de faune entre l'échantillon 461 (voir plus bas: microfaune, p. 280) et le 279 (voir microfaune du membre C, p. 307) nous aide à préciser la limite biostratigraphique entre ces différentes assises.

Paléontologie et âge

Macrofaune

La zone à *H. bifrons* a été reconnue dans le ruisseau des Neuschels. La zone à *Pleydeilia aalensis* est présente dans le synclinal de Staldenhubel et dans la coupe du Staldengraben (niv. 26). Dans cette même coupe, le niveau 28, de la base du membre B, contient *Sonninia* sp. ou *Witchellia* sp. Ces deux genres sont du Bajocien inférieur.

Comme dans les régions parallèles où la faune citée est très abondante, il semble que le membre A comprenne le Toarcien et l'Aalénien, et le membre B, le Bajocien (voir tab. 1, p. 245).

Microfaune

Je dois ce chapitre à la collaboration de J. J. BIZON et H. J. OERTLI qui se sont aimablement chargés de la détermination des formes caractéristiques d'Ostracodes et de Foraminifères recueillis dans les lavages de schistes de la coupe du Staldengraben.

Dans l'énumération qui va suivre, j'accompagne le numéro de l'échantillon de celui du niveau correspondant de la coupe (fig. 17). Ceux qui sont en dehors de la coupe sont accompagnés du numéro porté sur les fig. 18 et 19 schématisant leur emplacement.

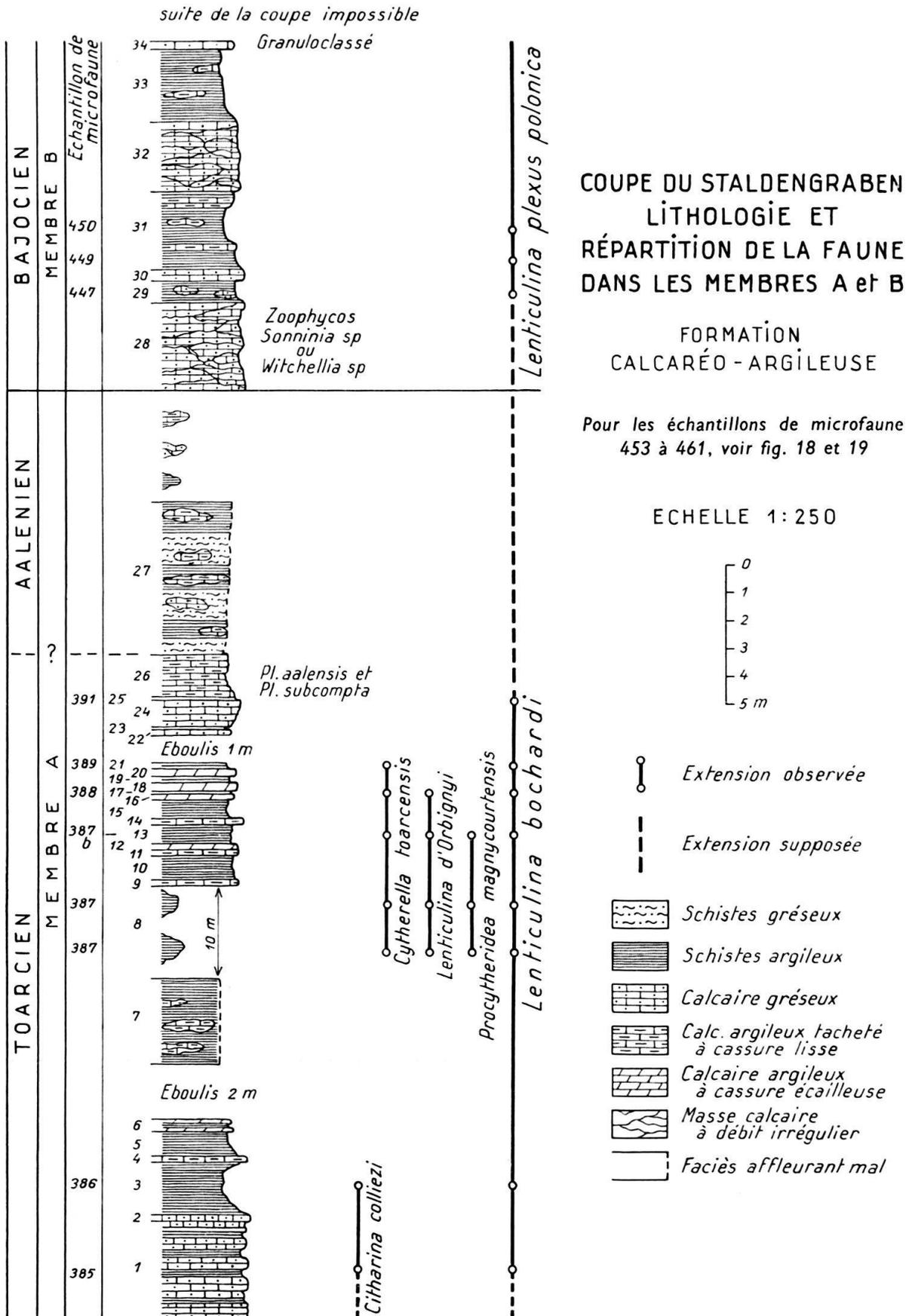


Fig. 17. Coupe du Staldengraben. Lithofacies et répartition de la microfaune dans les membres A et B

- 385, niv. 1:
Foraminifères: *Lenticulina bochari* (TERQUEM)
Lingulina sp.
- Ostracodes: *Cytherura* sp.
Bairdia sp.
- 386, niv. 3:
Foraminifères: *Lenticulina* cf. *bochari* (TERQUEM)
Vaginulina (*Citharina*) *colliezi* (TERQUEM)
Rectoglandulina sp.
Marginulina sp.
Lingulina sp.
Dentalina sp.
Eoguttulina sp.
Lagenidae indét.
- Ostracodes: *Cytherella* sp.
Bairdia sp.
Macrocypris sp.
Paracypris sp.
Pontocyprilla sp.
Cytherura? sp.
Forme indéterminée des *Cytherineidae*
- 387, niv. 8:
Foraminifères: *Lenticulina bochari* (TERQUEM)
Lenticulina sp.
- Ostracodes: *Procytheridea* cf. *magnycourtensis* (APOSTOLESCU)
Cytherella cf. *toarcensis* (BIZON)
Cytherella sp.
- 387b, niv. 13:
Foraminifères: *Lenticulina d'orbignyi* (ROEMER)
Lenticulina bochari (TERQUEM)
- Ostracodes: *Procytheridea magnycourtensis* (APOSTOLESCU)
Cytherella toarcensis (BIZON)
Pontocyprilla sp.
- 388, niv. 17:
Foraminifères: *Lenticulina d'orbignyi* (ROEMER)
Lenticulina bochari (TERQUEM)
- Ostracodes: *Procytheridea* sp.
Pontocyprilla sp.
Cytherella toarcensis (BIZON)
Pneumathocythere sp.?
- 389, niv. 21:
Foraminifères: *Lenticulina bochari* (TERQUEM)
Lenticulina sp.
- Ostracodes: *Cytherella*
Procytheridea sp. ou *Pneumathocythere* sp.
Procytheridea sp.
Cytherella toarcensis (BIZON)
- 391, niv. 25:
Ostracodes: *Cytherella* sp.
- 447, niv. 29:
Foraminifères: *Lenticulina plexus polonica* (WISNIOWSKY)
Lenticulina sp.
Marginulina sp. A

- Ammomarginulina* sp.
Reophax sp.
Dentalina sp.
- Ostracodes: *Bairdia* sp.
Cytherella sp.
Pontocyprrella sp.
- 449, niv. 31 (base):
 Foraminifères: *Lenticulina* sp.
- Ostracodes: *Bairdia* sp.?
- 450, niv. 31 (sommet):
 Foraminifères: *Lenticulina* sp.
Marginulina sp.
Reophax sp.
- Ostracodes: *Bairdia* sp.
- 453, fig. 18:
 Foraminifères: *Lenticulina* sp.
Lagenidae indét.
- Ostracodes: *Bairdia* sp.
Cytherella sp.
- 454, fig. 18:
 Foraminifères: *Lenticulina d'orbignyi* forme *elongata* (FRANKE)
Lenticulina sp.
Lagenidae indét.
- 455, fig. 18:
 Foraminifères: *Lenticulina* sp.
Eoguttulina sp.
Ramulina sp.
Ammomarginulina cf. *fontinensis* (TERQUEM)
- Ostracodes: *Bairdia* sp.
- 456, fig. 18:
 Foraminifères: *Lenticulina plexus polonica* (WISNIOWSKY)
Reinholdella sp.
Lenticulina sp.
Ammomarginulina sp.
Spirillina sp.
Eoguttulina sp.
- Ostracodes: *Hungarella* sp.
Hungarella n.sp.
Hungarella aff. *amalthei* (QUENSTEDT)
Procytheridea sermoisensis (APOSTOLESCU)
Krausella sp.
Cytherella sp.
Pontocyprrella sp.
Bairdia sp.
Polycope sp.
- 457, fig. 19 (bord du chemin des Neuschels):
 Foraminifères: *Lenticulina plexus polonica* (WISNIOWSKY)
Marginulina sp. A
Epistominidae indét.
Lenticulina sp.
Dentalina sp.
- Ostracodes: *Krausella* sp.?

458, fig. 19:

Foraminifères:

Garantella sp.
Epistomina? sp.
Lenticulina sp. A
Verneuilinoides sp.
Eoguttulina sp.
Textularia sp.
Ramulina sp.

Ostracodes:

Krausella sp.
Cytherella sp.
Bairdia sp.
Pontocyprilla sp.

459, fig. 19:

Foraminifères:

Reinholdella sp.
Garantella sp.
Astacolus sp. A
Lenticulina plexus polonica (WISNIOWSKY)
Ramulina sp.
Lenticulina sp.

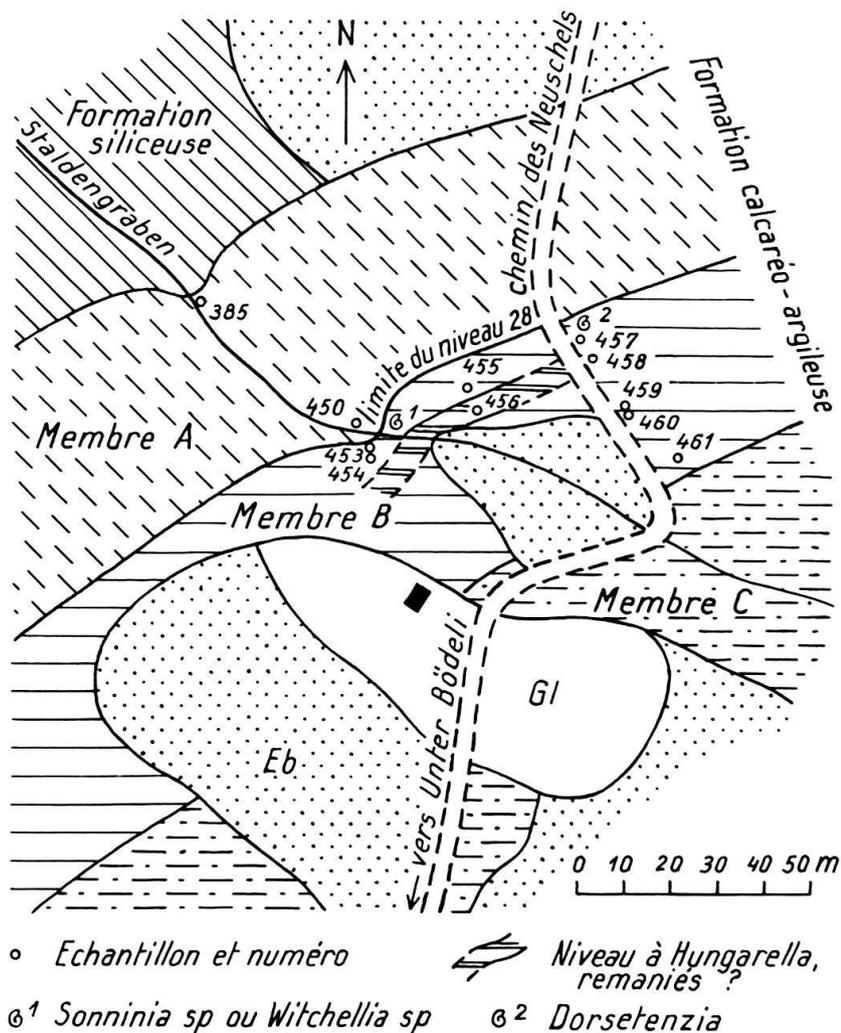


Fig. 18. Position des échantillons de microfaune et de la macrofaune du membre B, en dehors de la coupe fig. 17. Les échantillons de microfaune sont numérotés de 385 à 461. Pour les échantillons 457 à 461, situés en bordure du chemin des Neuschels, voir également fig. 19.

- Ostracodes: *Krausella?* sp.
Bairdia sp.
Cytherella sp.
Pontocyprrella sp.
Procytheridea sermoisensis (APOSTOLESCU)
- 460, fig. 19:
Foraminifères: *Reinholdella* sp.
Garantella sp.
Epistomina? sp.
Lenticulina plexus polonica (WISNIOWSKY)
Vaginulina sp.
Ramulina sp.
Eoguttulina sp.
- Ostracodes: *Hungarella??*
Pleurocythere sp.?
Procytheridea sermoisensis (APOSTOLESCU)
Krausella? sp.
Bairdia sp.
Cytherella sp.
Pontocyprrella sp.
- 461, fig. 19:
Foraminifères: *Lenticulina* sp.
Lenticulina dictyoides (DEECKE)
Lenticulina plexus polonica (WISNIOWSKY)
Vaginulina sp.
Ramulina sp.
Spirillina sp.
Dentalina sp.
- Ostracodes: *Procytheridea sermoisensis* (APOSTOLESCU)
Monoceratina?
Bairdia sp.

Interprétation stratigraphique

Lenticulina bochari (TERQUEM) est signalée comme caractéristique du Lias supérieur par TERQUEM. *Lenticulina d'orbigny* (ROEMER) est signalée par K. FRENTZEN (1941), BARTENSTEIN et BRAND (1937) dès le Lias ζ (Toarcien sup.) jusqu'au Lias β (BARTENSTEIN) ou au Dogger δ (FRENTZEN). Pour BRAND et FAHRION (1962: Leitfos. der Mikropal.), dès la zone à *Leioceras opalinum*. *Lenticulina plexus polonica* (WISNIOWSKY) = *Lenticulina quenstedti* (GUMBEL) a été récoltée en Lorraine et en Normandie du Callovien à l'Argovien. En Allemagne, BARTENSTEIN et BRAND, K. FRENTZEN la trouvent dès le Dogger γ c.-à-d. dès la zone à *Sonninia sowerbyi*. Elle débute dans notre coupe dès le membre B. avec l'apparition de *Sonninia* ou *Witchellia*. *Lenticulina dictyoides* est décrite en Allemagne dès la base du Bajocien s. str. de ARKELL. Elle n'est connue jusqu'à maintenant (Leitf. d. Mikropal.; p. 155) qu'en France et en Allemagne. «Le genre *Reinholdella* est limité au Toarcien et peut-être Bajocien. En Russie, KAPTARENKO-CERNOUSAVA le signale surtout dans le Bajocien sous le nom de *Lamarkella* qui lui est synonyme. Le genre *Garantella* a été trouvé par SIGAL à Madagascar, à la limite Toarcien-Bajocien. En Russie il est abondant dans la zone à *G. garantiana*. Le genre *Epistomina* est connu en Russie seulement au Bajocien supérieur. En Allemagne, BARTENSTEIN et BRAND signalent ce genre dès le Dogger γ .» (J. J. BIZON, communication personnelle).

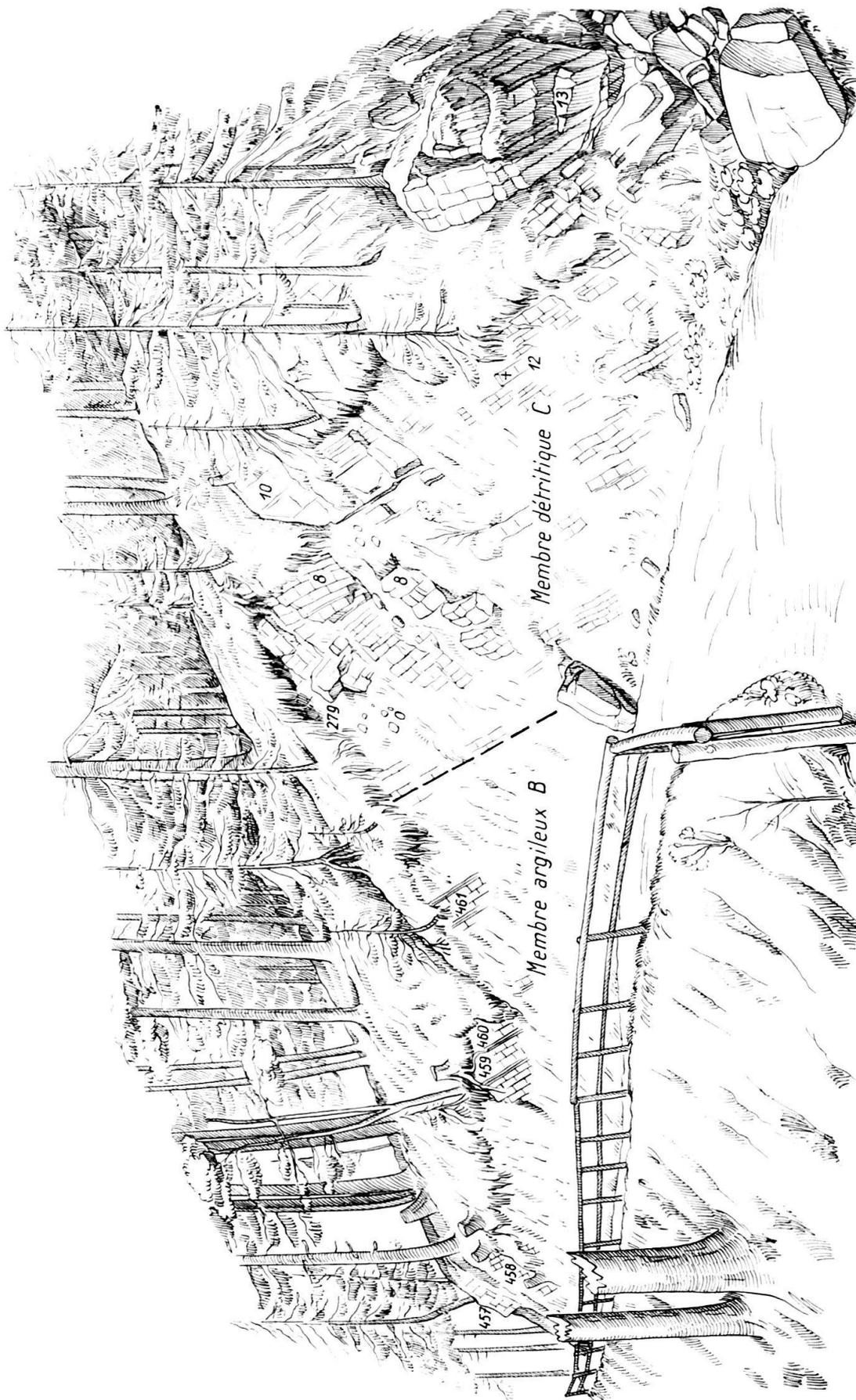


Fig. 19. Sommet du membre B et base du membre C en bordure du chemin des Neuschels. Chiffres 457 à 461, voir plus haut : microfaune des membres A et B. Chiffre 279, voir microfaune du membre C, p. 8, 10, 12 et 13 sont des niveaux de la coupe page 296. Le niveau marqué d'une croix contient des Ammonites de la base du Bathonien, voir page 286.

Parmi les Ostracodes, *Procytheridea semoisensis* est limité au Toarcien. *Procytheridea magnycourtensis* est connu dans le Toarcien et l'Aalénien. *Cytherella toarcensis* est limité au Toarcien moyen (zone à *Hildoceras bifrons* et *Lytoceras jurense*).

D'après H.J. OERTLI, beaucoup de formes d'Ostracodes de cette coupe sont inconnues et doivent être nouvelles.

De 385 à 447, le membre A, nous sommes dans le Toarcien d'après toute évidence. Nous y trouvons *Lenticulina bochari* qui disparaîtra par la suite. Du niveau 8 au 21, les échantillons 387, 387b, 388 et 389 contiennent *Cytherella toarcensis* et forment peut-être les zones à *bifrons* et *jurense*.

Dès l'échantillon 447 (niv. 29) nous sommes dans le membre B, probablement dans le Bajocien. Cette limite est marquée chez les Foraminifères par l'apparition de *Lenticulina plexus polonica*. La limite inférieure de cette espèce au Dogger γ en Allemagne, semble se vérifier chez nous. Elle accompagne l'apparition de *Sonninia* ou *Witchellia*. *Lenticulina bochari* disparaît.

L'échantillon 456 pose un problème, car il y a certainement mélange de faune. Parmi les Ostracodes, le genre *Hungarella* est du Lias inférieur et sa limite supérieure ne dépasse pas le Domérien. Il est lié, dans notre échantillon, à *Procytheridea sermoisensis* qui n'est connu qu'à partir du Toarcien. D'autre part, les Foraminifères sont une association du Lias supérieur et non du Lias inférieur dans lequel abondent généralement les Frondiculaires qui sont absentes ici. Les calcaires qui entourent les schistes de ce niveau ne peuvent être attribués à un niveau précis. Le faciès à spicules est connu aussi bien dans le Bajocien que dans le Lias inférieur et il ne possède pas toujours des *Zoophycos* dans le premier cas. Il est en outre certain que la région est tectoniquement complexe. Pour le moment, il paraît difficile de trancher. J'incline plus volontiers, comme le fait J.J. BIZON, pour un remaniement des *Hungarella*. Leur origine pose alors un nouveau problème qui est à mettre en liaison avec les lacunes stratigraphiques de la zone Sud de l'Anticlinal II. Dans l'échantillon 460, nous retrouvons une *Hungarella* qui est alors «wohl aufgearbeitet», comme le dit OERTLI.

Donc, de 447 à 461, nous serions dans le Bajocien, avec une réserve cependant. Dans les échantillons 459 à 461, nous trouvons *Procytheridea sermoisensis* qui n'est connu ailleurs qu'au Toarcien. Mais il est accompagné de *Lenticulina plexus polonica* et *Lenticulina dictyoides* que l'on ne rencontre pas dans le Toarcien. Ou bien cette forme est ici remaniée, ce que je ne pense pas, ou bien son extension est différente de celle qu'elle a dans le bassin de Paris. La deuxième interprétation est plus vraisemblable. La fig. 17 donne la situation générale des faunes dans la coupe. Le tableau 2 essaie de résumer la stratigraphie par la microfaune telle qu'elle ressort de cette étude. Cette figure est à prendre avec une certaine réserve, les limites devant être précisées davantage.

En résumé, il semble que les Ostracodes et les Foraminifères nous permettent de contrôler les principales limites des étages du Lias et du Dogger dans les Préalpes médianes. Je suis persuadé que de meilleures coupes et un travail micropaléontologique plus complet, basé sur le parallélisme avec les zones d'Ammonites, aboutirait à d'intéressantes conclusions. Le travail effectué n'est qu'une première approximation de la question.

ÂGE	OSTRACODES		FORAMINIFÈRES	
BATHONIEN			<i>Bairdia aff. hilda</i> = <i>Ostracode</i> 6 Lutze	<i>Lenticulina plexus</i> <i>polonica</i> = <i>L. quenstedti</i>
BAJOCIEN			<i>Procytheridea sermoisensis</i>	
AALÉNIEN	<i>Pleurocythere</i> sp.	<i>Procytheridea magnycourtensis</i>		
TOARCIEN			<i>Cytherella toarcensis</i>	<i>Lenticulina bocharidi</i>
DOMÉRIEN	<i>Hungarella</i>			

Tab. 2. Schéma de l'extension probable de certaines espèces de Foraminifères et d'Ostracodes dans les Préalpes médianes.

Si les circonstances le permettent, une suite sera donnée à ce travail. Je pense poursuivre en collaboration avec M. BIZON, l'investigation des microfaunes dans le Jurassique des Préalpes médianes.

Zone Sud de l'Anticlinal II

Dans cette zone, il est impossible de différencier les deux complexes, soit les membres A et B.

Lithologie générale

L'ensemble de ces calcaires et calcschistes est essentiellement détritique.

1. *Les calcaires à Zoophycos* se présentent en amas de calcschistes ou en bancs de 10–15 cm. Ils sont durs, d'aspect siliceux et à cassure écailleuse. Au microscope, ce sont des calcaires à ciment cryptocristallin, parfois grumeleux, avec des débris calcitiques, des grains de quartz, des débris de Crinoïdes et des spicules silicifiés. La silice colloïdale peut y être très abondante ainsi que la pyrite. Ce faciès est semblable à celui que nous trouvons à la base du membre B de la zone Nord et a beaucoup d'analogie avec les calcaires de la Formation siliceuse. On les trouve surtout à la base de la série.

2. *Les calcschistes* peuvent être de même nature que les calcaires à *Zoophycos*. En général, c'est une masse calcaréo-argileuse cryptocristalline contenant des grains de quartz et de la silice colloïdale diffuse.

3. *Les schistes* sont rares et toujours gréseux. On ne les trouve qu'au sommet de la série, en petits lits à débit très fin. On n'y trouve aucune microfaune.

Affleurements et extension du faciès

1. Dans le dévaloir d'éboulis descendant du sommet du Kaiseregg, j'ai relevé un petit profil dont la monotonie nous dispense de le donner ici. Ce sont essentiellement des calcschistes dans lesquels ne se laisse discerner qu'une plus ou moins grande proportion de quartz détritique et des passées plus compactes.

Tous les affleurements situés à l'Est de la Riggisalp sont faits de ces mêmes calcschistes.

2. Sur l'arête du pied Nord du Steinritz, les calcaires à *Zoophycos* sont en contact, à leur base, avec les calcaires spathiques. Dans le chapitre de la Formation spathique, la fig. 14 (p. 267) montre leur redoublement tectonique. L'épaisseur totale du faciès est ici de plus de 100 m. A la base, nous avons les calcaires détritiques à *Zoophycos* et spicules de spongiaires. Rapidement, ils font place aux calcschistes de la partie supérieure. Quelques niveaux de schistes gréseux stériles s'intercalent parfois entre ces derniers. Les premiers niveaux oolithiques du membre C viennent interrompre les calcschistes que l'on retrouve avec le même aspect et la même lithologie dans le membre C.

De la Riggisalp au Ritzelenengrat, on trouve de petits paquets de calcschistes collés à la base des calcaires oolithiques bathoniens (membre C).

3. Au Ritzelenengrat, la même succession monotone se retrouve. Elle est en contact, à sa base, avec les dolomies triasiques.

Âge du complexe

Aucune faune n'a été trouvée dans ce faciès malgré des recherches patientes aussi bien dans les schistes que dans les calcaires. A la base, les calcaires spathiques ont été datés du Toarcien supérieur (zone à *Pl. aalensis*) à la Riggisalp. Dans le premier niveau de calcschistes du membre C (environ 20 m au-dessus de la base), le *Lamellaptychus bajociensis* (p. 301) date le Bajocien supérieur et moyen. Le complexe des calcaires à *Zoophycos* et des calcschistes doit donc comprendre l'Aalénien et une partie du Bajocien.

Conclusion générale sur les membres A et B

La différence entre les zones Nord et Sud est de nouveau évidente et due au jeu des transgressions sur la ride des Rigides. Le faciès des calcaires détritiques à *Zoophycos* apparaît à l'Aalénien dans la zone Sud alors qu'il arrive massivement à la base du Bajocien dans la zone Nord. Au-dessus de ces calcaires, le faciès est généralement calcschisteux dans la zone Sud et encore détritique. Dans la zone Nord, il est plus argileux, avec des schistes à microfaune. Quant au faciès du membre A, à schistes prédominants, il est totalement absent dans la zone Sud et remplacé partiellement par le faciès transgressif des calcaires spathiques. Du point de vue sédimentaire, les calcaires détritiques à *Zoophycos* et spicules sont certainement des formations de plateforme continentale. Ils succèdent aux calcaires spathiques dans la zone Sud, de même façon que les calcaires de la formation siliceuse succèdent à la formation spathique dans la zone Nord. L'analogie entre ces calcaires à *Zoophycos* et ceux de la Formation siliceuse est frappante. Succédant à une formation franchement néritique, ces calcaires sont probablement plus profonds, mais restent proches des vases terrigènes qui voisinent avec les continents.

Quant aux calcaires et schistes du membre A, ils représentent un sédiment nettement plus éloigné de la source des terrigènes, c.-à-d. du continent. Il est cependant difficile, malgré la présence des Ammonites d'en faire un sédiment bathyal. Les Ammonites ne sont d'ailleurs pas forcément profondes (SPATH 1943 in PIVETEAU 1952, p. 295, tome 1). D'autre part, les vases argileuses ne sont pas l'apanage des grands fonds.

Tous les Foraminifères isolés sont des formes dites «néritiques». Chez les Ostracodes, le genre *Bairdia*, que nous retrouvons dans le membre C, vit dans des eaux d'une salinité de 29–35‰ et une profondeur de 0–50 m. selon GREKOFF (1956, p. 80). H. J. OERTLI est moins affirmatif: «*Bairdia* est franchement marin, néritique plutôt que littoral» (communication personnelle). *Monoceratina* et les Cytheridae sont connus dans les milieux littoral et saumâtre lagunaire. Les Cytheridae sont d'un milieu marin franc, néritique.

Il semble que le faciès argileux des membres A et B doit être attribué, non à un milieu bathyal, mais à un milieu de vases terrigènes, en eaux calmes, et à une profondeur qui n'excède pas celle à laquelle la photosynthèse peut encore se réaliser, car elle est nécessaire à la vie de nos organismes benthoniques.

MEMBRE DÉTRITIQUE C

(Bathonien)

Ce faciès est essentiellement détritique dans l'aire du terrain étudié, bien que sa base marque une tendance plus marneuse vers le bord externe de la chaîne.

Rapidement ces roches présentèrent un intérêt très grand par la quantité de phénomènes sédimentaires que l'on y découvre et la distinction très nette que présente la stratification au Nord et au Sud de l'Anticlinal II. Comme pour les membres précédents, nous devons maintenir la distinction entre deux zones. La première différence qui s'impose est celle des épaisseurs: 350–400 m dans le Kaiseregg et 75 m dans le Staldengraben. Même si la tectonique a réduit l'épaisseur dans le Staldengraben, cette réduction ne suffit pas à expliquer l'inégalité.

Zone Nord de l'Anticlinal II

Toutes les observations de ce paragraphe proviennent presque uniquement de la coupe effectuée dans le ruisseau du Staldengraben qui sera discutée dans le détail. Partout ailleurs, le membre détritique n'affleure qu'en tête de bancs dispersées dans les pâturages et les forêts, sauf dans le ruisseau des Neuschels, formant limite entre mon terrain d'étude et celui de J. D. ANDREY (Thèse à paraître) et dont ce dernier a entrepris l'étude.

Limites biostratigraphiques

Dans le Staldengraben, à 8,5 m de la base du membre, j'ai trouvé:

Nannolytoceras tripartitum RASP.

Morphoceras patescens BUCKM.

La deuxième ammonite nous situe dans la zone à *Zigzagiceras zigzag*, de la base du Bathonien.

Par les Ostracodes, cette limite peut être précisée encore. En effet, à 2 m de la base, on trouve:

Bairdia hilda JONES = Ostracode 6 LUTZE

dont l'apparition coïncide avec la base du Bathonien. Il est donc probable que la limite lithologique, c-à-d. l'arrivée du faciès détritique, correspond de assez près avec celle, chronostratigraphique, de l'étage Bathonien (voir fig. 19, p. 281).

Le sommet du membre n'a pu être daté dans cette coupe. Il l'a été approximativement dans la zone Sud, mais les limites ne sont pas forcément synchrones.

Affleurements et extension du faciès

Nous traiterons dans un chapitre particulier la coupe du Staldengraben.

L'érosion ayant enlevé les formations sus-jacentes, le membre détritique couvre une vaste région comprise entre Spicherweid et Unterbödeli, au Sud-Est du Lac Noir.

Au Nord de ce secteur, il est divisé par le synclinal de la Dent de Broc dans le flanc Ouest duquel on le retrouve, tandis qu'au Sud-Est de cette structure, entre elle et le synclinal de Staldenhubel, il forme une écaïlle anticlinale régulière jusque dans le Hohmättli. Cette structure limitée par des failles longitudinales représente l'Anticlinal I (Les Combes-Spitzfluh, chez ANDREY).

Dans le Hohmättli et le Hürlienenbach, le Membre C affleure dans des positions tectoniques aberrantes. Leur interprétation est donnée dans les profils de la planche IV.

Dans la forêt des Hürlienen, il forme le flanc Nord du synclinal de la Dent de Broc. Si, au sommet du ruisseau «sans nom» il est en position normale, entre ce dernier et le chalet Galutzi, il est descendu par fauchage (profil 8, pl. IV) et forme une large plaque horizontale. L'extrémité Sud de cette bande bute contre le gypse; tandis qu'au Nord, elle a gardé une parcelle de la formation calcaréo-argileuse sous-jacente. Le Flysch ultrahelvétique affleure en «fenêtre» au-dessus.

Près de la ferme de Untere Neuschels, on trouve encore quelques bancs de calcaire détritique dans le ruisseau.

Coupe du Staldengraben (voir fig. 33, p. 296)

Le ruisseau du Staldengraben laisse affleurer une suite assez considérable de termes de calcaires détritiques pour que bon nombre de phénomènes puissent y être mis en évidence. La base de la coupe se trouve en bordure du chemin des Neuschels à l'endroit où ce dernier croise le ruisseau (cf. fig. 19). Elle semble complète à cet endroit ainsi que nous le disions en parlant de la limite biostratigraphique inférieure. Le sommet est en contact tectonique avec les calcschistes du Callovien, mais l'élision, si elle existe, est de faible importance. Les petites failles transversales troublent la succession des bancs et obligent à reconstituer parfois la superposition originelle. Souvent, l'écrasement ne permet pas l'étude banc à banc. Si ces inconvénients empêchent une description lithologique complète de la série, ils n'ont pas d'influence majeure sur les conséquences sédimentaires que l'on peut en tirer car de nombreux phénomènes sont clairs et facilement identifiables.

La description verbale de la coupe est contenue dans le manuscrit original. La figure 33 qui donne le log lithologique suffit à la compréhension de la succession des faciès et des structures sédimentaires qui les affectent. Le chapitre consacré aux microfaciès donne une idée de la nature des roches de la coupe.

Lithologie générale et microfaciès

Nous verrons rapidement les divers groupes de roches, puis nous les décrirons en détail en les classant selon la dimension des éléments.

Les calcaires ont un aspect massif, ou lité dans leur partie supérieure. La grande majorité est faite de matériaux détritiques. J'appelle «calcaire détritique», un faciès où se mêlent des débris calcaires divers, des oolithes et des pseudoolithes remaniées, des restes organiques nombreux et des quartz clastiques. Ces derniers n'ont pas la proportion suffisante pour permettre l'adjonction du terme gréseux. Ce qualificatif présente en outre l'inconvénient de ne pas préciser suffisamment que les éléments calcaires sont également détritiques. Comme nous n'avons pas de vrais sables calcaires, j'écarte le terme calcarénite. Le terme «calcaire gréseux» reste cependant applicable dans les faciès très fins où les éléments, quartz et micas essentiellement, sont ingérés dans un ciment calcaréo-argileux.

Dans toute la série, on ne rencontre qu'un seul banc de calcaire oolithique et pseudo-oolithique, sans quartz clastique: c'est le niveau 10 de la coupe.

Les calcaires argileux gris-vert sont essentiellement localisés à la base de la série. Ils n'apparaissent plus qu'accidentellement par la suite et contiennent alors des restes de plantes, des pistes de vers et sont parfois micacés.

Les calcschistes, plus ou moins gréseux, et les schistes argilo-gréseux forment un faciès intermédiaire particulièrement riche en micas et débris charbonneux.

Les schistes argileux et les marnes sont réduits au rôle de joint.

Selon la granulométrie du sédiment, on peut diviser les micro-faciès en quatre groupes principaux contenant chacun plusieurs types. Des termes de passage existent entre ces divers types; il faut donc se restreindre à décrire les plus représentatifs.

1. Calcaires à détritiques fins: de la taille des pélites;
2. Calcaires à détritiques moyens: de la taille des sables;
3. Calcaires à détritiques grossiers: microconglomérats;
4. Représenté par les calcaires argileux, les schistes et, plus généralement, les roches sans détritiques. L'étude étant faite sur lames minces, les schistes plastiques ont été évidemment écartés.

1. Groupe à détritiques fins

Dans ce groupe, les éléments détritiques de quartz, oolithes et pseudo-oolithes quand elles sont présentes, ont une taille dont le diamètre n'excède pas $2^{-3}/_{10}$ le mm. Le ciment est cryptocristallin. Les oolithes y sont rares et en général entières. Les phénomènes de remaniement sont quasi absents. Comme élément secondaire on trouve le mica associé parfois aux débris végétaux charbonneux. La pyrite est partout présente en faible quantité. La faune y est également très peu abondante.

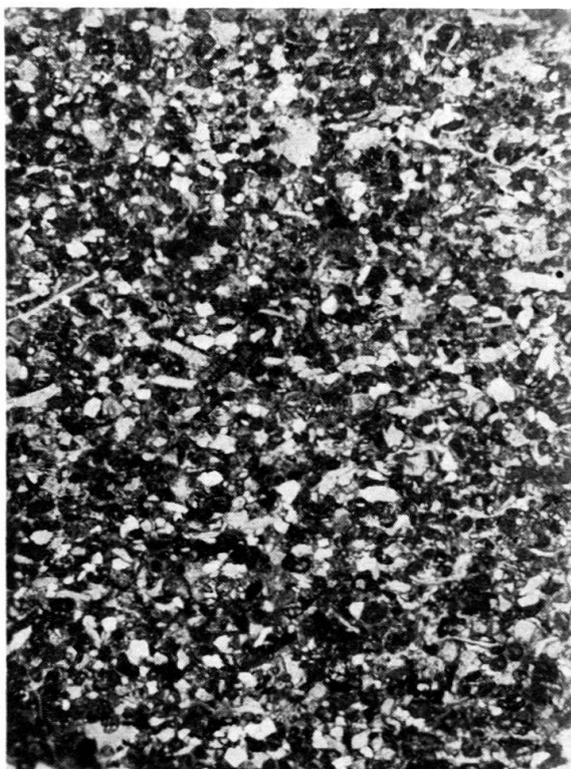


Fig. 20. Staldengraben, niveau 8.
Grossissement 4,5 ×.

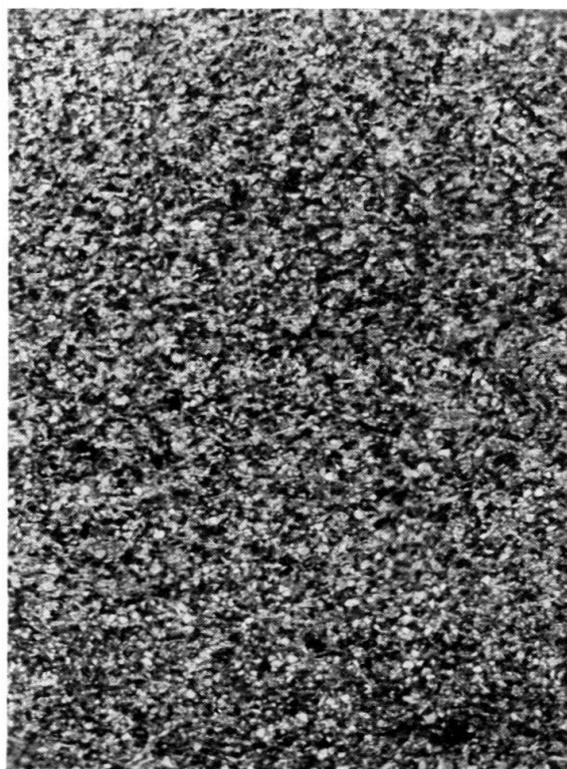


Fig. 21. Staldengraben, niveau 7.
Grossissement 4,5 ×.

Dans la fig. 20, la roche est graveleuse à pseudo-oolithique. Les quartz clastiques y sont relativement abondants. La silice secondaire peut se présenter en granules. Le ciment est de calcite microgrenue. Les micas sont absents à cause du granoclassement, dont nous parlerons plus bas.

Dans la fig. 21, on voit le fait assez général que le ciment est presque automatiquement grumeleux lorsque les éléments sont très fins. Les quartz clastiques sont rares et la silice secondaire abonde. Les micas sont ici présents et parallèles au plan de stratification. Quant à la structure grumeleuse, L. CAYEUX ne la signale que dans des calcaires purs sans détritiques. Dans le cas présent, on peut admettre que la structure grumeleuse est un phénomène diagénetique qui a affecté le ciment, non plus calcitique, mais formé d'une boue calcaire.

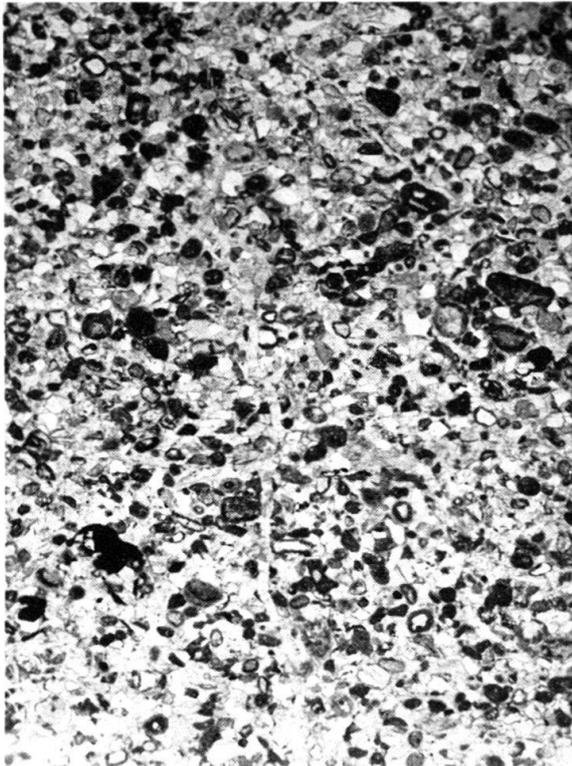


Fig. 22. Staldengraben, niveau 47.
Grossissement 12 ×.

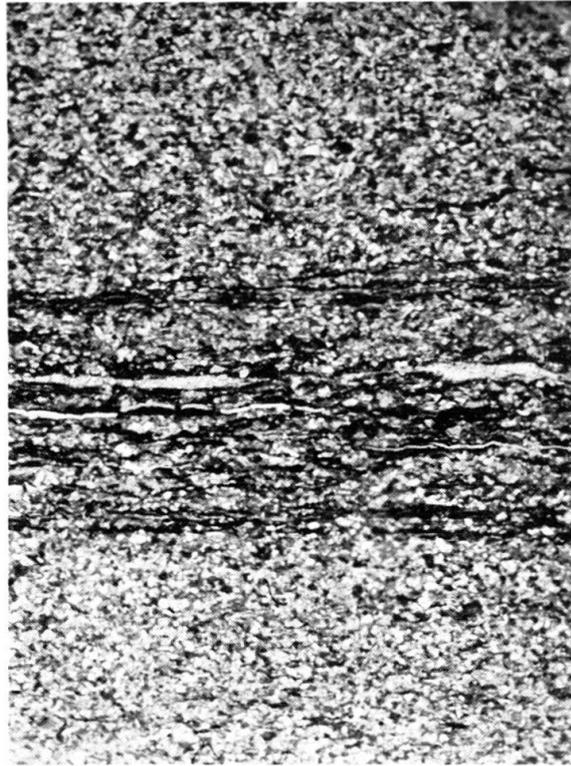


Fig. 23. Staldengraben, niveau 20.
Grossissement 7,5 ×.

Dans la fig. 22, la roche a un ciment de calcite microgrenue. Les éléments détritiques sont le quartz, les oolithes et pseudo-oolithes, les débris organiques. La taille moyenne des éléments est de $2\text{--}3/10$ mm avec des maxima pouvant atteindre $5/10$ mm. Les micas sont rares et sans disposition parallèle préférentielle. Les auréoles de calcite radiée autour des oolithes sont de formation secondaire car on les trouve également autour de débris d'oolithes.

La fig. 23, représente des laminites au sommet d'un banc granoclassé. Le ciment est hétérogène: calcite en gros cristaux ou en plages microgrenues, ou en amas argilo-calcaire cryptocristallin. Les lits de charbon sont lenticulaires et parallèles à la stratification, ainsi que les micas. Tous ces éléments, par leur nature et leur taille sont aptes à rester en suspension dans une eau agitée. C'est la phase pélitique d'un granoclassement.

La roche de la fig. 24 présente deux faciès: un faciès pseudo-oolithique fin à ciment cristallin et un faciès calcaréo-argileux à détritiques très fins et fortement silicifié. La roche est parcourue de pistes organiques bien visibles sur l'échantillon où l'on peut les suivre. Le remplissage des ces pistes (entouré de points noirs sur la photo) provient d'un matériel qui n'est pas représenté dans l'échantillon, mais qui a son origine dans le niveau sus-jacent.

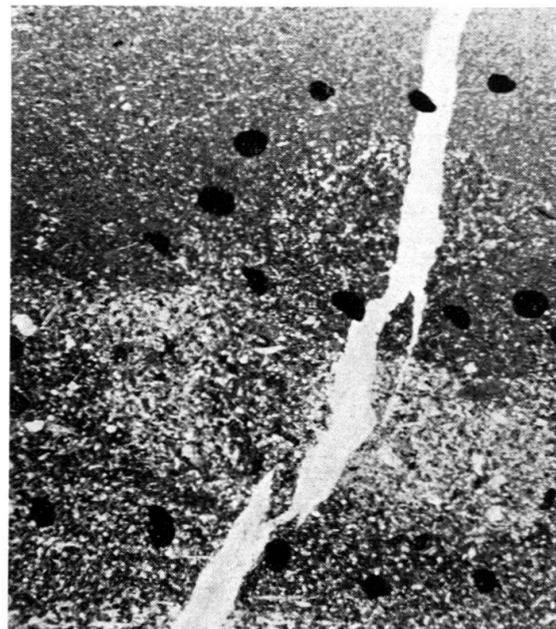


Fig. 24. Staldengraben, niveau 21.
Grossissement 9 ×.



Dans la fig. 25, les oolithes sont très mal conservées, la plupart du temps recristallisées totalement ou en partie, entourées d'une auréole de calcite radiée secondaire. Les pseudo-oolithes sont rares: ce sont de vagues concentrations de matériel calcaréo-argileux. Bien que très altérées, peu d'oolithes sont fragmentées. Les grains de quartz sont exceptionnellement nombreux. Les traces de remaniement les plus précises sont fournies par la liaison de plusieurs éléments entourés d'une couche secondaire (X) et l'action corrosive des grains de quartz sur certaines oolithes (Y).

Fig. 25. Staldengraben, niveau 68.
Grossissement 9 ×.

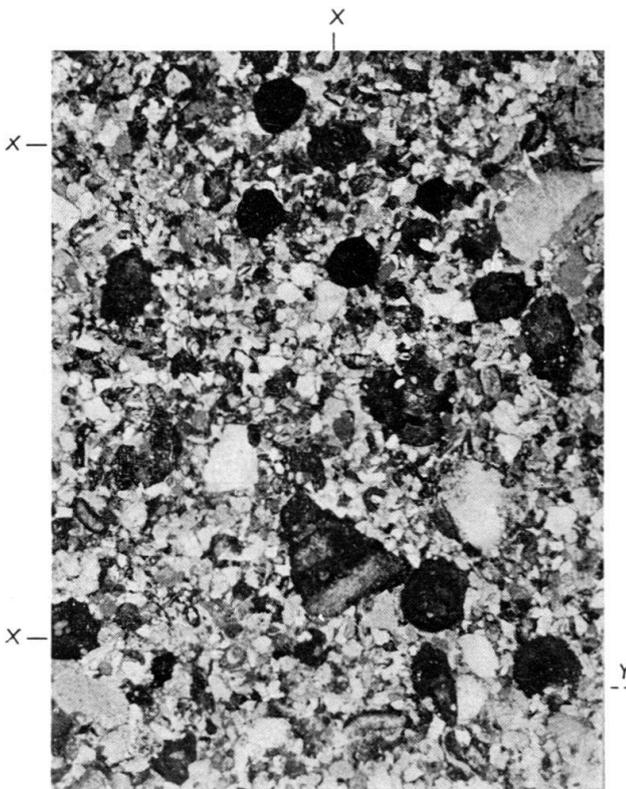


Fig. 26. Staldengraben, niveau 32.
Grossissement 9 ×.

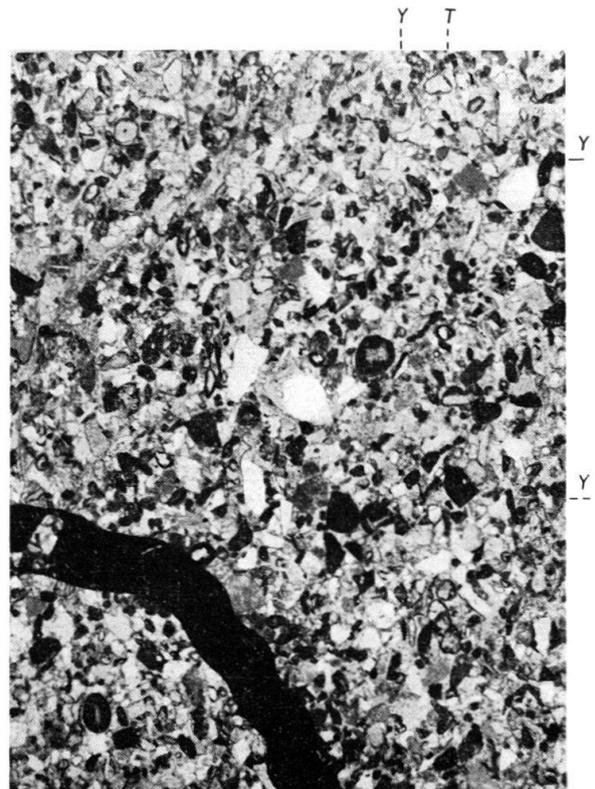


Fig. 27. Staldengraben, niveau 19.
Grossissement 9 ×.

Dans les fig. 26 et 27, les phénomènes de remaniement sont manifestes. Les grandes oolithes sont extrêmement corrodées (X), pénétrées de grains de quartz et brisées (Y), alors que les rares petites sont entières. Dans la fig. 26, le classement est très mal réalisé et de gros fragments sont liés à du matériel

plus fin. Dans la fig. 27, le classement s'est opéré et les fragments sont de même dimension que les éléments entiers. On y constate en outre des remaniements intraformationnels, phénomène peu visible sur ces photographies partielles.

Le faciès microscopique de la roche représentée sur la fig. 36, p. 64, est identique à celui des fig. 26 et 27. Le remaniement est rendu plus évident par les galets de nature différente du reste de la roche. Leur forme en fuseau indique que le sédiment a été remanié à l'état meuble, probablement par l'arrivée d'une masse de détritiques sur des niveaux argileux encore insuffisamment compactés.

2. Groupe à détritiques moyens (Fig. 25, 26 et 27)

Les éléments ont une taille moyenne de $\frac{5}{10}$ mm. Aux grains de quartz peuvent s'ajouter de petits galets. Le ciment est microgrenu. Les oolithes sont plus abondantes mais souvent brisées et corrodées par le remaniement. La faune est également mieux représentée.

Nous voyons apparaître dans ces dépôts moyens les oolithes fragmentées et les restes organiques divers, entiers ou brisés, alors que disparaissent les micas et les débris charbonneux. Tout ceci est la conséquence du classement dimensionnel des éléments dont nous essaierons d'approcher le mécanisme lors des conclusions sédimentaires. D'autre part, des phénomènes évidents de remaniement font leur apparition.

3. Groupe à détritiques grossiers

Le faciès général est formé du même matériel que le groupe précédent c.-à-d. un calcaire détritique à oolithes, pseudo-oolithes et grains de quartz avec des restes organiques. Les éléments ont une taille moyenne variant de $\frac{5}{10}$ à 1 mm, avec des maxima de plusieurs mm.

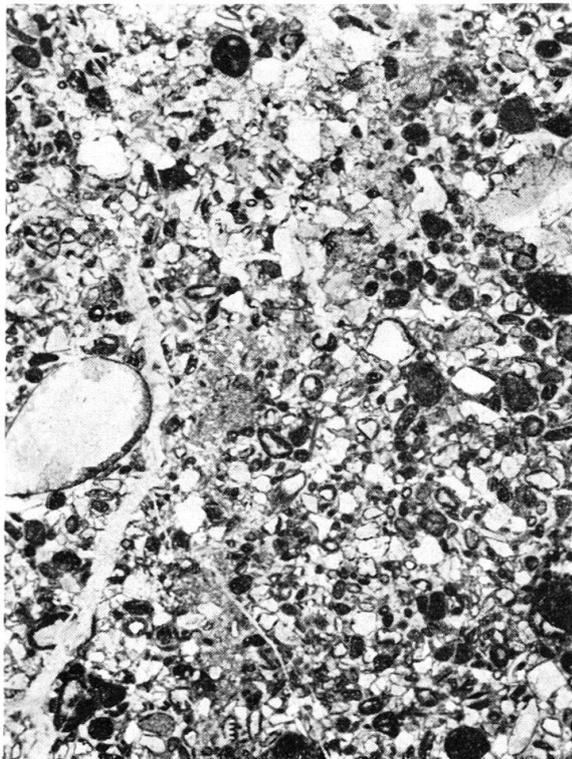


Fig. 28. Staldengraben, niveau 74.
Grossissement 9 ×.

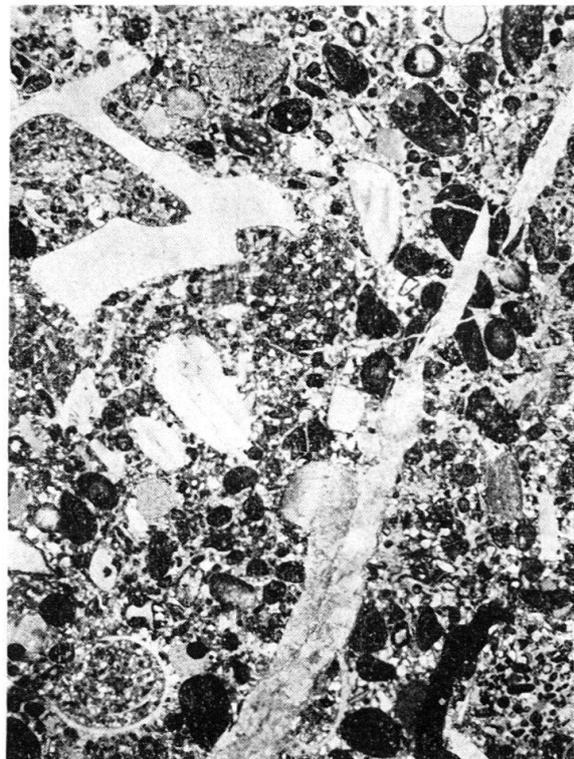


Fig. 29. Staldengraben, niveau 65.
Grossissement 3,75 ×.

Dans la fig. 28, les éléments sont des oolithes, des pseudo-oolithes et du quartz. Bien conservés, ils ne portent pas trace de remaniement. Apparaissent çà et là de gros nodules ayant une taille double de celle des autres éléments. Le classement dimensionnel ne s'est pas effectué. Ce faciès est d'ailleurs présent dans un gros banc massif, sans granoclassement.

Dans la fig. 29, les quartz détritiques sont moins abondants, très petits et liés au ciment. Les gros galets sont plus abondants, ainsi que les restes organiques. Les galets sont parfois uniquement l'individualisation d'une partie du matériel de base, comme on peut le voir dans le coin inférieur droit de la photo, au SE du gros trait noir.

Les faciès à éléments grossiers sont extrêmement rares. La majorité se maintient dans les tailles moyenne à fine. La fig. 34 donne, entre les niveaux 13 et 65, 39 et 79 de la coupe, la répartition quantitative des diverses granulométries.

4. Roches non rattachées aux calcaires détritiques

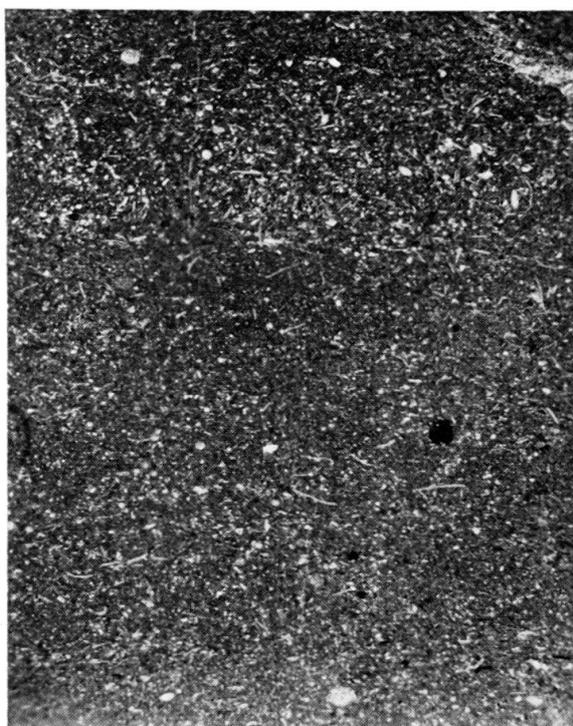


Fig. 30. Staldengraben, niveau 72.
Grossissement 9 ×.

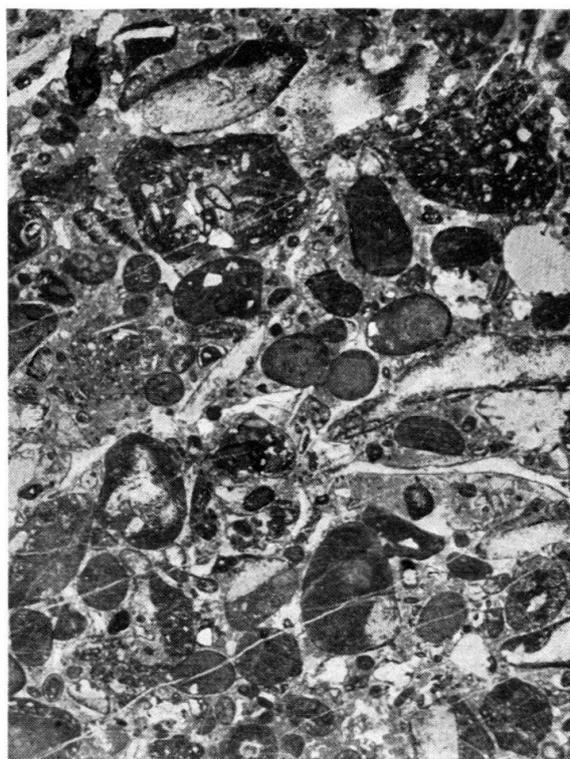


Fig. 31. Staldengraben, niveau 10.
Grossissement 9 ×.

La fig. 30 est l'illustration du calcaire argileux gris-vert que l'on trouve à différents niveaux. Ce sont des calcaires cryptocristallins, d'aspect hétérogène, pélitiques, contenant des filaments d'algues, de la silice secondaire et des traces carbonneuses.

La fig. 31 représente un calcaire oolithique et pseudo-oolithique avec restes organiques. Les pseudo-oolithes sont souvent des débris d'algues roulés. Ce type n'est présent que dans le niveau 10. Il est le seul à ne pas avoir de grains de quartz comme éléments détritiques individuels.

Conclusions

Les éléments constitutifs ne sont pas répartis indifféremment dans les divers types de roches.

Les micas, représentés essentiellement par la muscovite, et les débris charbonneux se rencontrent dans les calcaires argilo-gréseux, les schistes détritiques très fins (pélites) ou les calcschistes. Ils disparaissent dès que la granulométrie du sédiment augmente.

Les oolithes sont rarement belles. La structure concentrique est en général effacée. Lorsqu'elles sont de même dimension que les autres constituants, elles sont entières. Au contraire, lorsque leur taille dépasse celle des autres, elles se fractionnent.

Les grains de quartz peuvent se présenter soit comme constituants de la masse fondamentale (Grundmasse) du sédiment, soit comme élément détritique grossier accompagnant des galets de nature variable.

Les débris de macro-organismes ne se rencontrent que dans un faciès grossier. Les Foraminifères abondent dans les calcaires détritiques moyens et fins. Ils sont absents dans les calcaires argileux et les calcschistes. Ils réapparaissent dans les schistes argileux aux conditions dont nous parlerons au chapitre Microfaune (p. 305). Dans les calcaires détritiques, la microfaune se comporte comme les autres éléments clastiques dont elle suit la granulométrie.

Le classement des éléments n'est pas toujours réalisé. Dans les bancs sans granoclassement, la lame mince révèle parfois l'hétérométrie des éléments. Cependant, les éléments peuvent être parfaitement classés dans un banc non granoclassé. Le granoclassement n'est donc pas le seul phénomène à intervenir dans le tri dimensionnel du sédiment.

Les phénomènes de remaniement sont évidents. Les galets mous, montrant encore l'effet d'un déplacement par leur forme en fuseau, et la fracturation des éléments grossiers en sont les principaux effets.

Du point de vue génétique l'étude des lames minces nous indique la présence :

- du remaniement du sédiment ;
- du classement dimensionnel des éléments dans la grande majorité des bancs.

Lorsque nous aurons étudié les structures macroscopiques de la coupe, nous pourrons préciser le sens de ce remaniement et de ce classement.

Comparaison avec la zone Sud

Un rapide parallèle avec les observations microscopiques faites dans les calcaires détritiques du Kaiseregg est intéressant. Dans les calcaires détritiques grossiers, les éléments ne présentent aucune trace de remaniement et leur classement n'est pas réalisé. La densité des éléments est aussi plus forte. Pourtant, les éléments constitutifs restent les mêmes. La fig. 32 montre l'aspect général des calcaires oolithiques et pseudo-oolithiques de cette série. Les grains de quartz y sont absents. Ils sont par contre très répandus dans les calcaires fins, graveleux ou grumeleux. D'autre part, les calcaires détritiques à grains de quartz sont de vrais « calcarénites » à éléments calcaires anguleux et d'où les oolithes sont absentes. Dans les calcaires fins et les schistes, on ne trouve jamais de grosses accumulations de micas et de débris charbonneux. Les débris charbonneux forment de véritables lits en interstrates.

En fait, et ceci sera confirmé par la suite, la série de la zone Sud représente, pour un même matériel, des conditions de sédimentation différentes.



Fig. 32. Coupe du Kaiseregg, niveau 23.
Grossissement 9 ×.

Étude macroscopique de la coupe

La fig. 33 montre le dessin de la succession des faciès avec leurs interruptions

Essais d'analyse séquentielle

La série virtuelle locale

Lorsque la série est uniquement composée de roches détritiques, l'établissement de la série virtuelle basée sur la granulométrie est simple. Mais lorsque la série est faite de roches de type mixte, l'opération est plus délicate. Dans le cas particulier, j'ai utilisé le critère granulométrique pour tout ce qui est détritique en le combinant avec la nature du constituant basal de la roche. Pour cette raison, les calcschistes gréseux sont placés avant les schistes argileux et les marnes. La série virtuelle locale se présente aussi:

1. Calcaires détritiques grossiers;
2. Calcaires détritiques moyens;
3. Calcaires détritiques fins;
4. Schistes argilo-gréseux et laminites à micas et débris carbonneux;
5. Calcschistes gréseux;
6. Schistes argileux et marnes;
7. Calcschistes argileux;
8. Calcaire oolithique et calcaire argileux.

Les faciès de la série virtuelle ont une importance relative très diverse. Les faciès calcaires ne jouent qu'un rôle très minime dès le niveau 13 de la coupe alors qu'ils sont importants à la base. La fig. 34 illustre les épaisseurs respectives des faciès et la cumulation de leurs pourcentages. Des niveaux 1 à 15 (fig. 34 A), l'importance des calcaires est nettement caractérisée et cette courbe n'est pas représentative de la série. Du niveau 13 au niveau 79 (fig. 34 B), la courbe montre que la série est devenue définitivement détritique. Les courbes cumulatives ont été fractionnées, la première allant du niveau 13 au niveau 65, et la seconde du niveau 39 au niveau 79. Dans les deux cas, les quartils et la médiane tombent dans les groupes 2 et 3 de la série virtuelle. L'inflexion de la courbe dans le groupe 5 se retrouve de part et d'autre et l'aspect des courbes est identique. Ces courbes peuvent être considérées comme représentatives de la série depuis le niveau 19 jusqu'au niveau 79.

Du point de vue méthode, les laminites couronnant le sommet d'un banc granoclassé et dont l'épaisseur est mesurée ont été mises dans le groupe 4 de la série virtuelle. Les calcaires détritiques moyens et fins d'un banc granoclassé ont été répartis par moitié de l'épaisseur du banc (moins les laminites) dans les groupes 2 et 3. Le faciès grossier est mesuré à sa valeur réelle.

La courbe lithologique (fig. 33)

Jusqu'au niveau 13, la courbe oscille irrégulièrement sans présenter de séquence. Les niveaux 13 à 14 montrent une première séquence positive simple. Ce genre de séquence, incomplète, est le seul qui soit bien défini dans la courbe. Il est dû au granoclassement des calcaires détritiques. La séquence type, comme celles que l'on peut suivre du niveau 29 au niveau 35, dans le niveau 79, va des calcaires détritiques moyens aux laminites à micas et débris charbonneux. Les niveaux 19 à 20 et 21 présentent une séquence plus complète grâce aux schistes marneux. Ces derniers sont très rares et réduits presque uniquement au rôle de joint. Les bancs granoclassés arrivent les uns sur les autres, en apports massifs et bien définis, se succédant à un rythme suffisamment rapide pour que la sédimentation argilo-calcaire autochtone n'aie pas le temps de se déposer.

Nous pouvons distinguer deux termes d'évolution de la série :

- Les séquences simples représentent les phases actives d'apports de matériel exogène détritique.
- Les oscillations irrégulières sont l'illustration de la sédimentation autochtone parfois troublée par l'arrivée de fins détritiques, par exemple, les calcschistes gréseux ou les schistes argilo-gréseux.

Parfois aussi la courbe est droite et des niveaux de même granulométrie se succèdent.

La série lithologique est donc en partie rythmique et en partie arythmique. Ces rythmes sont cependant très particuliers car ils se réalisent à l'intérieur d'une seule strate et non dans une succession de strates évoluant d'un terme lithologique vers un autre. Le but primordial de la définition de ces rythmes est descriptif, même si l'utilisation peut en être faite pour illustrer des processus génétiques. Il est donc évident que le géologue donnera à la courbe lithologique l'allure la plus favorable à exprimer ce que les autres critères de sédimentation lui ont appris de la série. Il ne faut donc pas

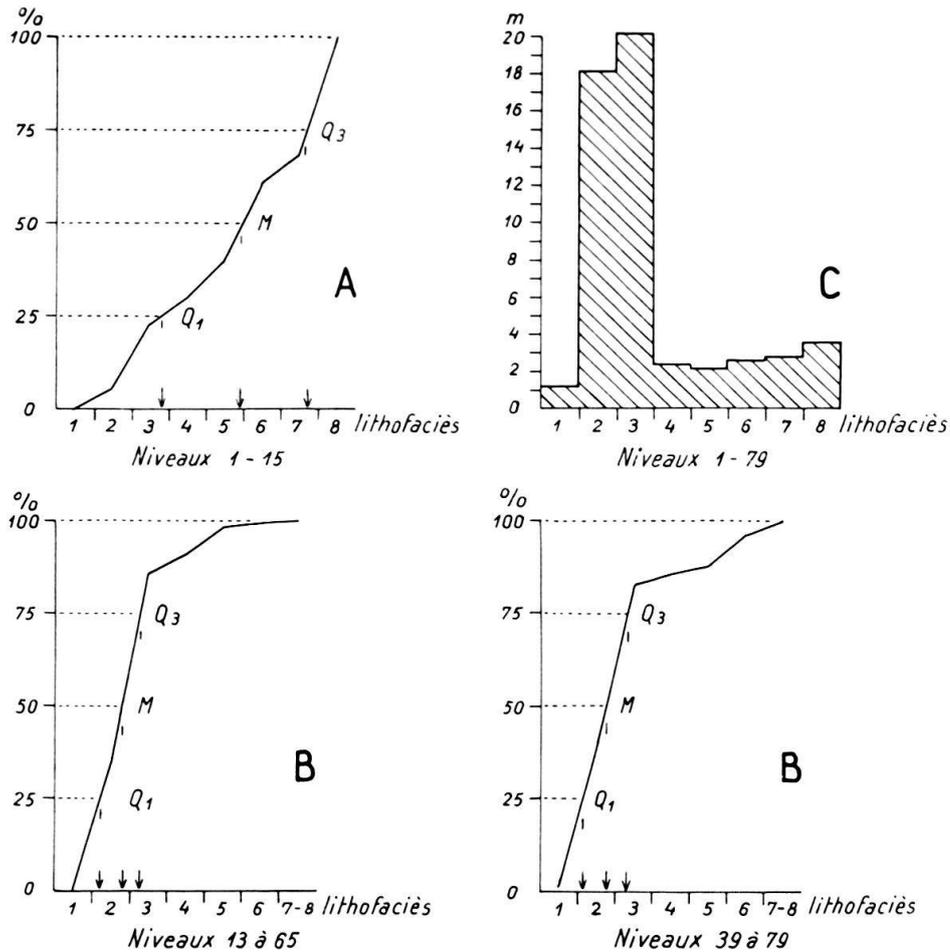


Fig. 34. Coupe du Staldengraben: membre C, zone Nord. A et B: courbes cumulatives des épaisseurs par lithofaciés. C: épaisseur comparée des lithofaciés. Les chiffres 1 à 8 représentent la série virtuelle. Explications dans le texte.

attacher à la courbe un sens trop «évolutif», c.-à-d. génétique, mais plutôt la concevoir comme une expression graphique simple des caractères observés.

La courbe de variation des épaisseurs de strates ⁷⁾ (fig. 35)

Cette courbe a été établie pour essayer de voir si la succession des strates de matériel détritique se faisait selon un rythme ou non et de découvrir l'existence d'éventuelles multistrates.

Cette tentative, entre les niveaux 13 à 65, ne donne pas de résultats très positifs. Cependant il est intéressant de constater l'existence de maxima d'épaisseur entre lesquels les dimensions oscillent. Peut-on parler de véritables séquences entre ces maxima? L'analyse montre que, entre eux, le tracé de la courbe n'est pas indifférent. Il peut être simple, complexe ou oscillant.

⁷⁾ Pour la signification des termes utilisés, voir A. LOMBARD (1963).

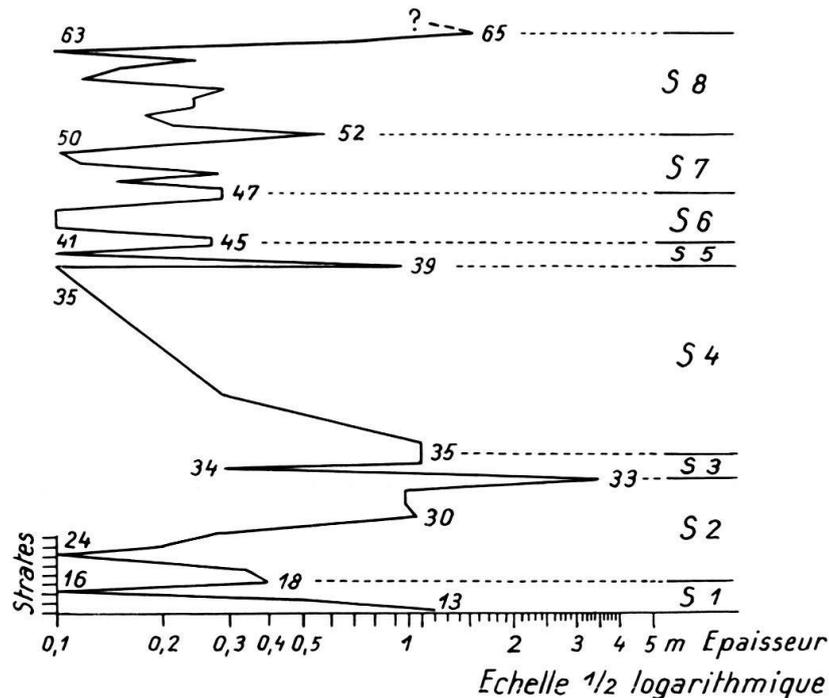


Fig. 35. Coupe du Staldengraben: membre C, zone Nord. Courbe de variation des épaisseurs de strates de calcaire détritique: définition de la multistrat. Explications dans le texte.

Entre les niveaux	la courbe est
13-18 (S1)	négative complexe-positive simple
18-33 (S2)	négative complexe-positive complexe
33-35 (S3)	négative simple-positive simple
35-39 (S4)	négative complexe-positive simple
39-47 (S5 + S6)	négative simple-positive simple
47-52 (S7)	négative oscillante-positive simple
52-65 (S8)	négative oscillante-positive simple

Il est bien difficile d'en tirer une conclusion. Sauf dans S2, la courbe positive est toujours simple tandis que la courbe négative est en général complexe ou oscillante. Les maxima marquent des apports massifs et brutaux, sans phase préparatoire. Après un maximum, ou bien tout le matériel est épuisé alors la courbe négative est simple; ou bien des apports mineurs se succèdent en ordre régressif et la courbe est complexe. Quant à la courbe oscillante de S7 et S8, elle montre une décroissance oscillantes des strates. Dans S4, S7 et S8, la diminution de l'épaisseur des strates se fait selon un ordre certain et cette décroissance régulière ou oscillante nous permet de définir l'existence de multistrates dont les couches s'apparentent par la diminution progressive de leur épaisseur à partir d'un maximum.

Structures sédimentaires et stratification

Le granoclassement

Le granoclassement est presque partout présent dans les bancs de calcaire détritique. Il est progressif c.-à-d. réparti sur tout le banc. A de rares exceptions près, la

surface inférieure de la strate est plane. Le sommet est laminé et les laminites peuvent être planes parallèles, ondulées ou entrecroisées.

Deux agents interviennent dans la formation de la granostrate. La partie massive, composée des éléments les plus grossiers, s'est déposée sous l'effet de la simple gravité. Une masse en déséquilibre a glissé sur le fond marin puis s'est déposée après un déplacement au cours duquel s'est opéré le granoclassement. Les laminites qui couronnent ce sédiment contiennent les éléments les plus légers, micas et débris charbonneux, qui se sont déposés sous l'effet d'actions hydrodynamiques car ils ont été transportés en suspension dans l'eau à la surface du sédiment grossier. Si l'eau n'est pas agitée, ils se déposent par décantation simple en laminites planes parallèles. Si elle est agitée, alors elles s'ondulent, s'entrecroisent, donnant les figures typiques que nous connaissons dans les sédiments soumis à l'action dynamique de l'eau. Les laminites ne sont pas toujours présentes au sommet de la granostrate, soit parce qu'elles n'ont pas eu le temps de se déposer, soit parce que le sédiment primitif ne contenait pas d'éléments impondérables. D'autre part, tous les bancs de calcaire détritique ne sont pas granoclassés. Pour qu'il y ait granoclassement, il faut que le sédiment originel contienne des éléments hétérométriques; ce n'est peut-être pas toujours le cas. Les lames minces des bancs non granoclassés présentent également des effets du remaniement.

Tous les calcaires détritiques proviennent d'un sédiment déplacé de son lieu de formation vers une zone de dépôt adjacente. C'est l'ampleur de ce déplacement qui est difficilement estimable.

Le «fond autochtone» de la sédimentation à l'endroit où s'est déposée la série est calcaréo-argileux. Il est représenté par les bancs de calcaire argileux vert et les schistes argileux qui peuvent accidentellement contenir des détritiques très fins de même origine que le matériel des granostrates. La distinction se confirme par la microfaune, comme nous le verrons, différente dans les bancs de calcaires détritiques et dans les schistes argileux sans détritiques.

La stratification

Entre les bancs de calcaire détritique les joints sont rares. C'est l'indice d'une sédimentation très rapide où les phases actives se suivent sans interruption majeure. C'est le cas, par exemple, des niveaux 32 à 37. Le rythme saccadé de la sédimentation est souligné, par l'allure segmentée de la courbe lithologique.

Au contraire, entre les niveaux 37 et 47, nous avons un passage progressif des calcaires détritiques aux schistes et calcschistes. Ces phases passives de dépôt autochtone dénotent par leur ampleur un ralentissement dans les apports exogènes. Il en va de même avec la présence de calcschistes et de schistes entre les niveaux granoclassés de 13 à 28.

Phénomènes accessoires

Les niveaux 31 et 34, de calcaires détritiques, ont des galets calcaréo-argileux remaniés à leur base (voir fig. 36). Ces galets ne sont rien d'autre que la couche de sédiment autochtone, non encore compactée, qui a été arrachée par la vague des détritiques en reptation sur le fond de la mer. Les remaniements de cette sorte pour-

raient expliquer la disparition d'une partie des joints. Il sont l'indice d'un déplacement lent du sédiment, qui a permis la conservation de ces galets. Dans le cas contraire, ils auraient été pulvérisés.

Le niveau 24 présente une surface ondulée de calcaire détritique recouverte de laminites à micas et débris carbonneux qui, planes parallèles à la base, s'ondulent dans la partie supérieure. Le matériel détritique s'est déposé alors qu'un fort courant faisait sentir son action en ondulant sa surface supérieure. La force du courant ayant diminué, les impondérables ont pu se déposer.

Le niveau 28 présente une structure très particulière. Des lits argileux parcourent la roche et s'intercalent irrégulièrement dans la masse détritique. En outre les débris carbonneux et les micas sont restés. Il est probable que nous avons un stade primaire de différenciation au cours de l'écoulement du sédiment dont les impondérables n'ont pu se libérer.

Les remaniements intraformationnels, signalés dans les microfaciès sont la conséquence de la mobilité individuelle des éléments constitutifs de la masse en reptation.

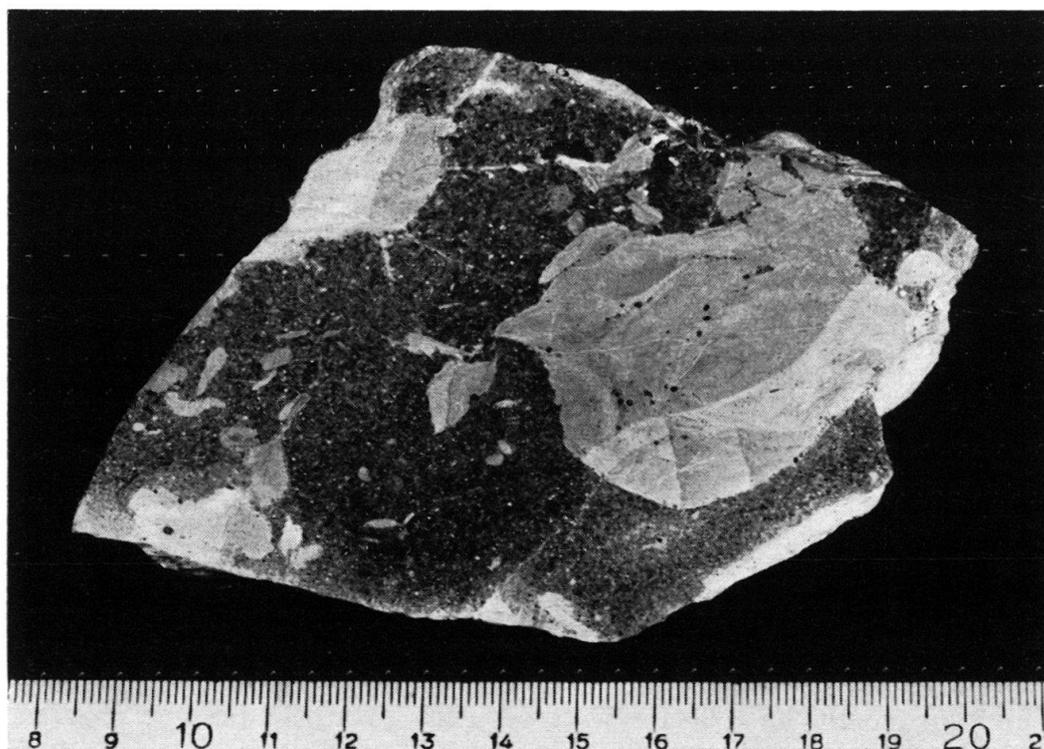


Fig. 36. Coupe du Staldengraben, niveau 34 du membre C. Calcaire détritique à galets mous remaniés.

Définition de cette série

Notre série présente de nombreuses analogies avec le Flysch. Comme lui, c'est un faciès de remplissage de «bassin», avec le régime qu'implique ce genre de sédimentation: le granoclassement des détritiques, les laminites, les multistrates, les rides, les remaniements, etc. La stratification et les structures nous rapprochent du Flysch. La lithologie même n'en est pas très éloignée. Cependant ce faciès est daté du Bathonien et ne peut donc être considéré comme une formation accompagnant une orogénèse.

D'autre part, son lieu de dépôt n'a rien de commun avec les bassins résiduels du front ou de l'intérieur d'une chaîne en voie d'exondation. C'est une simple dépression, peut-être très locale, au front d'une plateforme individualisée par la zone Sud.

Le fait que notre sédiment n'est pas en liaison avec une phase orogénique et la situation paléogéographique de notre «bassin» nous interdisent de parler de Flysch, c.-à-d. d'orogénite. Comme il en possède certains caractères, nous pouvons utiliser le terme de «pseudo-orogénite» créé par A. LOMBARD pour désigner justement les séries ayant des affinités avec le Flysch, sans en être.

Zone Sud de l'Anticlinal II

Dans le flanc interne de l'Anticlinal II affleure une épaisse série de calcaires et de calcschistes dont la nature est approximativement la même que celle de la série de la zone Nord. Si la composition pétrographique est comparable, la stratification et les conditions sédimentaires sont différentes.

La série a une épaisseur de 350–400 m. et de grosses assises massives contrastent avec les étendues de calcschistes.

Limites lithologiques et biostratigraphiques

La limite inférieure est tracée à l'apparition des premiers niveaux de calcaire oolithique et pseudo-oolithique surmontant les calcaires à *Zoophycos* et les schistes du membre précédent. Au Seelihäuser (coord. 589,92/166,45), dans un niveau de calcschistes gréseux situé au-dessus des premiers bancs oolithiques, j'ai trouvé :

Lamellaptychus bajociensis TRAUTH

du Bajocien moyen et supérieur.

La base de la série se trouve donc encore dans le Bajocien. La limite inférieure du faciès n'est pas synchrone du Nord au Sud et les niveaux gréseux de la base de la coupe du Staldengraben sont absents ici.

La limite supérieure est faite d'une série de petits bancs de 10–20 cm de calcaire graveleux à quartz détritique, auxquels se superposent les calcschistes argileux du membre D. Dans ce complexe, au-dessus de la Riggisalp, j'ai trouvé :

Choffatia subbakeriae D'ORB.

qui va de la zone à *Tul. subcontractus* à la zone à *Cl. discus*, c.-à-d. tout le Bathonien sup., pour W.J. ARKELL (1951–1958). CORROY (1932, p. 135) cite un exemplaire de cette forme dans le Callovien inférieur et J. v. der WEID (1962, p. 587) attribue sans autre *Ch. subbakeriae* à la zone à *Macrocephalites macrocephalus*. ARKELL démontre cependant que la forme décrite par CORROY diffère essentiellement de celle de D'ORBIGNY, et ne peut lui être assimilée. Je garde donc l'interprétation de ARKELL, sous réserve d'une erreur de détermination, toujours possible.

Affleurements et extension du faciès

Du Zibegg à l'arête de Ritzelenen, le faciès affleure tout au long des pentes de la chaîne. Si son sommet est toujours visible, sa base ne l'est qu'à quelques endroits: – sur le Seeligrat, au SE du Seelihäuser, – sur l'arête fermant à l'W la vallée de la Riggisalp et son prolongement dans le Teuschlismad, – au Sud de Untere Neuschels, pt. 1635,5 et pt. 1682, – sur l'arête de Ritzelenen.

Les véritables affleurements, comprenant une suite de bancs, sont situés dans les dévaloirs d'éboulis qui creusent un sillon au flanc de la montagne. J'ai effectué trois coupes dans ces dévaloirs: sous le Kaiseregg, dans le Steinritz et sous le Teuschlismad. Je donnerai la description de la plus longue: celle du Kaiseregg. Il est inutile de répéter ces suites de termes semblables, monotones, qui n'apprendraient rien de plus au lecteur sur la nature de ce complexe, invariable dans tout le flanc de l'Anticlinal II.

Coupe du Kaiseregg

La coupe débute aux premiers gros niveaux oolithiques. Si l'on suit ces niveaux vers le Sud, on remarque qu'ils sont situés à environ 10 m au-dessus de la base de la série.

1. Calcaire oolithique et pseudo-oolithique grossier, en bancs de 30–40 cm. Ciment de calcite grenue. Microfaune	4,90 m
2. Calcaire grumeleux et graveleux, avec fantômes d'oolithes. Ciment cryptocristallin calcaréo-argileux. En bancs de 10 cm	0,80 m
3. Idem niv. 1	0,18 m
4. Idem niv. 2	1,10 m
5. Idem niv. 1	0,20 m
6. Calcschiste argilo-gréseux, avec très petits quartz détritiques. Pyriteux	1,70 m
7. Calcaire oolithique brun, grossier	0,65 m
8. Idem niv. 6	3,00 m
9. Calcaire oolithique et graveleux, à oolithes altérées et recristallisées. Rares grains de quartz	2,25 m
10. Idem niv. 6	0,55 m
11. Un banc de calcaire argileux brun. Très nombreux petits restes organiques calcitiques et des nodules présentant une orientation optique uniforme (croix noire)	1,40 m
12. Idem niv. 6 avec des passées compactes idem niv. 11.	8,90 m
13. Calcaire graveleux grossier, rougeâtre, contenant quelques oolithes altérées. La couleur est donnée par l'abondance de pyrite oxydée. Microfaune	0,40 m
14. Calcaire graveleux fin et grumeleux par endroits, avec quelques oolithes altérées. Ciment calcitique	0,40 m
15. Idem niv. 6 avec passées compactes idem niv. 11. à 26,50 m de la base, un banc lenticulaire de calcaire pseudo-oolithique, 0,20 m; à 44,60 m, un banc à oolithes et pseudo-oolithes pyriteuses avec de la microfaune et des restes de macroorganismes. Ces éléments sont irrégulièrement répartis dans le ciment. Ep. 0,20 m	53,20 m
16. Calcschistes argileux gris, sans quartz. Contient encore quelques petites lentilles oolithiques	4,00 m
17. Idem niv. 6	20,80 m
18. Calcaire oolithique et pseudo-oolithique avec grains de quartz. Ciment calcitique	0,28 m
19. Idem niv. 6 avec des lits de charbon à la base. Petites lentilles oolithiques	1,54 m
20. Calcschistes très gréseux	0,21 m
21. Calcaire graveleux et oolithique à quartz. Microfaune	0,95 m

22. Complexe de calcschistes argileux, gréseux, variables	1,05 m
23. Calcaire oolithique fin à quartz	0,33 m
24. Idem niv. 6	3,70 m
25. Idem niv. 23	0,30 m
26. Idem niv. 6	26,10 m
27. Trois bancs de calcaire graveleux et gréseux. Ciment calcitique. Joint de marnes gréseuses avec lits de charbon	2,15 m
28. Idem niv. 6	21,00 m
29. Calcaire gréseux à ciment calcaréo-argileux, parfois grumeleux. Monostrate irrégulièrement divisée	2,00 m
30. Idem niv. 6 avec lentilles oolithiques	27,60 m
31. Idem niv. 29	1,60 m
32. Idem niv. 6 avec lentilles oolithiques	39,10 m
33. Calcaire oolithique, pseudo-oolithique à grains de quartz. Ciment de calcite grenue. Faune abondante. Bancs: 2 × 1,20 m, 7 × 0,30 m et 1 × 2 m.	6,50 m
34. Idem niv. 6	3,60 m
35. Idem niv. 33 avec faune abondante	5,10 m
36. Idem niv. 6 avec un banc oolithique à 9,50 m de la base, et de petites lentilles oolithiques	13,20 m
37. Alternance de calcschistes argileux et de calcaire graveleux à quartz abondant	3,10 m
38. Bancs de 10–20 cm de calcaire graveleux et gréseux. Joints de schistes argileux	1,60 m
39. Succession de bancs de 20–50 cm de calcaire graveleux et gréseux fin. Joints schisteux	8,40 m
40. Calcarénite gréseuse avec oolithes et pseudo-oolithes, débris calcitiques anguleux. Faune abondante	3,65 m
41. Idem niv. 6 avec de petits bancs compacts (10–15 cm) de calcaire gréseux ou oolithique	36,60 m
42. Un banc de 50 cm et les autres de 10–12 cm de calcarénite gréseuse fine	3,80 m
43. Quelques décimètres de calcschistes argileux gris puis interruption sur 1,90 m	0,00 m
44. Idem niv. 6	1,50 m
45. Calcaire grumeleux très fin	0,48 m
46. Calcarénite idem niv. 42	0,50 m
Interruption	2,00 m
47. 0,18 + 3 × 0,15 + 1 m: 5 bancs de calcaire gréseux fin	1,63 m
48. Deux bancs de calcaire oolithique brun. Joint schisteux.	0,61 m
49. Bancs de 10–20 cm de calcarénite gréseuse fine	1,75 m
50. Deux séquences comportant un classement des éléments: Base: Banc de calcarénite gréseuse moyenne. Milieu: Calcarénite fine à tendance graveleuse. Sommet: Calcschiste grumeleux à très fins quartz.	2,25 et 2,10 m
51. Séquence semblable aux précédentes, mais les schistes argileux succèdent encore aux calcschistes	4,35 m
52. Un banc de 60 cm et d'autres de ± 10 cm de calcaire grumeleux fin à débris calcitiques et quelques quartz	2,45 m
Interruption	1,00 m
53. Calcschistes argileux gris. Contiennent en proportion variable des débris calcitiques anguleux ou sphériques (croix noire) et filaments d'algues	43,20 m
54. Calcschistes argileux verdâtres à altération jaune. C'est la première apparition du faciès qui formera le membre D	12,55 m
55. Bancs de 30–40 cm de calcaire argileux à fins débris calcitiques. La couleur et le faciès en lames minces sont les mêmes que dans le niv. 54	6,80 m
56. Calcaire graveleux et gréseux fin, avec quelques oolithes. En petits bancs (10–15 cm)	6,45 m
57. Calcaire graveleux fin épigénisé par la silice à sa partie supérieure ce qui donne un niveau de silice de 2 cm	0,20 m
58. Calcschistes argilo-gréseux gris-bruns	0,20 m
59. Quatre successions de calcaire graveleux et gréseux se terminant par un banc de calcaire oolithique clair	7,40 m

60. Silex	0,03 m
61. Une succession idem niv. 59. Microfaune dans les calcaires graveleux	4,70 m
62. Calcaire argileux idem niv. 55	0,50 m
63. Calcaire graveleux et gréseux fin, à lentilles de silex	0,43 m
64. Calcschistes argileux idem niv. 54, avec silex	0,34 m
65. Calcaire oolithique beige	0,12 m
66. Calcaire argileux verdâtre avec petits moules de Brachiopodes; rognons de silex	0,45 m
67. Petits bancs (10–15 cm) de calcaire graveleux et gréseux fin. Contient une grande quantité de silex	2,00 m
Même faciès mais en bancs de 30–40 cm et sans silex.	2,25 m
68. Calcaire graveleux à galets et quartz, prenant localement l'aspect d'un microconglomérat. Microfaune abondante	1,85 m
69. Calcschistes argileux idem niv. 54	1,90 m
70. Deux bancs de calcaire graveleux et gréseux fin	0,50 m
71. Calcschistes argileux verdâtres à altération jaunâtre, semblables aux niv. 54, 64 et 69. C'est l'installation définitive du faciès du membre D. Epaisseur totale	430,00 m

Lithologie générale

La lithologie est assez peu variée.

1. *Les calcaires* sans détritiques sont grumeleux ou graveleux dans leur grande majorité. A la base de la série seulement, on trouve les bancs massifs de calcaire oolithique et pseudo-oolithique. Les oolithes y sont l'élément essentiel tandis qu'elles ne sont plus qu'un élément constitutif minoritaire dans les calcaires détritiques. On ne reconnaît qu'un seul niveau de calcaire argileux. Ces roches représentent le 2 % du total de la série (fig. 37).

2. *Les calcaires détritiques* sont abondants. Les plus fins sont des calcaires grumeleux contenant des quartz, des oolithes, de petits galets et des débris organiques. Quand la granulométrie augmente, les éléments sont entourés de calcite grenue. De vrais calcaires gréseux font leur apparition et le quartz clastique y est si abondant que l'on peut presque parler de grès. Les calcarénites, à nombreux débris calcitiques anguleux et quelques quartz, ne sont pas rares. C'est dans les détritiques grossiers que la faune abonde. Ce faciès forme 21 % de la série (85 % dans le Staldengraben).

3. *Les calcschistes argilo-gréseux* forment la grande majorité du dépôt: 69 %. Ce sont de vastes complexes, sans stratification apparente, avec un débit en prismes polygonaux plus ou moins réguliers. Ce débit particulier est dû à la présence d'un clivage secondaire perpendiculaire au plan général de stratification de la série. Les calcschistes sont invariablement composés d'une masse calcaréo-argileuse, uniforme ou grumeleuse, contenant de nombreux petits quartz et de très fins débris calcitiques. Ils peuvent se présenter sur plus de 30 m sans aucune variation. La pyrite y abonde.

4. *Les calcschistes argileux* ne font leur apparition qu'au sommet de la série. Ils ont déjà en grande partie le faciès qui prédominera dans le membre suivant: vert à altération jaunâtre, tachés de rouille. C'est le 7,5 % du total.

5. *Les lits de charbon* ne sont pas rares. Ce sont de petits niveaux de quelques millimètres s'intercalant entre les bancs. On ne trouve pas de schistes à débris charbonneux comme au Nord.

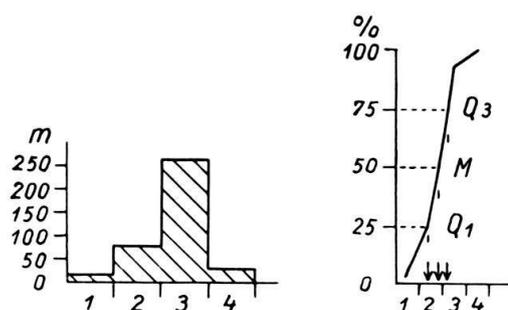


Fig. 37 Coupe Kaiseregg: membre C, zone Sud. Graphiques de la répartition des faciès. 1 calcaires grumeleux ou graveleux, sans quartz clastique, mais à caractère détritique; 2 calcaire détritique franc; 3 calcschistes argilo-détritiques; 4 calcschistes argileux.

Stratification. Les faciès se présentent en complexe épais, soit une série de bancs compacts, soit une série de calcschistes. On ne peut suivre une assise de bancs détritiques le long du flanc interne de l'Anticlinal II. Ces assises sont lenticulaires sur de grandes distances et se relaient mutuellement à des niveaux différents. La corrélation exacte entre les coupes n'est pas possible.

Structures sédimentaires. Aucune structure n'a été observée. Nous n'avons aucune granostrate. Le seul classement est fait de la succession de strates de granulométrie décroissante, mais unique pour chacune d'elles. Seuls les niveaux 50 et 51 présentent ce genre de séquence.

Microfaune du membre C

Il est nécessaire de faire la distinction entre la microfaune des bancs de calcaires détritiques et celle des niveaux argileux où elle a pu être isolée. Pour les bancs détritiques, la faune est semblable dans les deux régions du terrain. Il en va autrement de la faune isolée. Dans la zone Sud, aucune désagrégation n'a fourni de la microfaune. Le matériel y est dur et les niveaux de marnes ou de schistes argileux tendres, propices à la microfaune, y sont absents. C'est donc uniquement dans la zone Nord que des Foraminifères et des Ostracodes ont pu être isolés.

Microfaune des lames minces des calcaires détritiques⁸⁾

Ces faciès se sont révélés riches en faune, malheureusement peu typique. La détermination des organismes a été effectuée par W. MAYNC sur quelques lames que je lui ai confiées et qu'il a eu l'amabilité de parcourir. Je l'en remercie.

En plus de nombreux restes de Crinoïdes, d'Echinides, de Gastéropodes, nous avons:

Textularidae (très abondants)
Ophthalmidiidae
Spirothalmidiidae

⁸⁾ Les formes les plus importantes de cette microfaune sont illustrées par microphotographies dans le manuscrit original déposé à l'Institut de Géologie de Fribourg. Voir aussi pl. I.

Valvulinidae
 Lituolidae
 Miliolidae
 Verneulinidae
Gaudryina sp.
Bigenerina sp.
Spirophthalmidium sp.
Marsonnella sp.
Protopenneroplis striata WEYENSCHENCK
Nautiloculina oolithica MOHLER
Labyrinthina mirabilis WEYN.
Pfenderina neocomiensis PFENDER
Pfenderina trochoïdea SMOUT et SUGDEN
Pseudocyclamina lituus Yok. forme a MAYNC
Trocholina sp.
Trocholina alpina LEUP.
Trocholina palastinensis HENSON
Trocholina elongata LEUP.
Trocholina conica SCHLUMBERGER (?)

Un organisme problématique a été confié à M. E. GASCHE qui l'a montré à MM. REICHEL et BRÖNNIMANN. Ces spécialistes en font un membre de la famille des Acervulinidae. Quelques algues ont pu être déterminées par G. F. ELLIOTT:

Dasycladacées
Uragiella
Cayeuxia cf. *piae* RECH-FROLLO
Solenopora jurassica LEMOINE

Résultat stratigraphique

Cette faune n'est pas caractéristique du Bathonien, même si la plupart des formes débutent dans cet étage.

Pfenderina neocomiensis va du Bathonien au Neocomien, *Protopenneroplis striata* est connue dans le Dogger et le Malm du Tyrol, de même en Israël. *Nautiloculina oolithica* se trouve dans l'Oxfordien du Jura, dans tout le Dogger du Proche-Orient. *Pseudocyclamina lituus* va du Bathonien au Malm.

Seule *Trocholina conica* est restreinte au Bathonien. Sa détermination n'est cependant pas tout-à-fait certaine car il manque toujours le dernier tour dont un prolongement recouvre l'ombilic. Les sillons périombilicaux sont bien marqués. Le test est « peu résistant à l'usure » (REICHEL 1955, p. 398) et, comme ces organismes ont été remaniés, il est mal conservé.

La microfaune isolée

C'est uniquement dans les niveaux de marnes ou de schistes argileux de la coupe du Staldengraben (zone Nord) que cette microfaune a été isolée. Ces niveaux sont en fait des joints de strates, des phases passives ou, comme nous l'avons vu plus haut, le fond de la sédimentation autochtone dans le bassin où aboutissaient les écoulements de détritiques.

Cette faune est pauvre et j'y vois deux raisons :

- Ces phases de dépôt autochtone sont brèves et pas toujours calmes. Les niveaux sont en général minces et l'on distingue, dans les plus épais, des galets de remaniement. Dans un laps de temps trop court et une agitation continuelle, la microfaune ne pouvait se développer aisément.
- Le faciès de ces marnes est trop argileux. «On peut établir comme règle que les marnes peu solides, riches en calcaire, contiennent des faunes riches en Foraminifères» (K. FRENTZEN 1941). Or notre matériel est très argileux. De plus il contient de nombreux moules pyritisés de petits Gastéropodes et Lamellibranches indiquant un milieu réducteur.

En outre les tests ne sont pas toujours bien conservés ce qui rend la détermination difficile.

Description de la faune

La difficulté d'établir les synonymies dans une littérature dispersée concernant des formes dont la classification n'est pas claire est la première difficulté que rencontre le non-spécialiste qui cherche à déterminer ces faunes. Toutes les déterminations qui suivent ont été faites en tenant compte le plus possible de la synonymie pour autant qu'elle me fut livrée par la littérature. Dans ce cas, j'ai utilisé le terme le plus récent. Pour chacune des espèces déterminées, j'ai établi des références quant à la figuration et à la description chez les auteurs consultés. Citer ces références est en dehors du cadre de ce travail. Un spécialiste trouvera certes des remarques à formuler sur la méthode de travail et sur les déterminations. Cependant, il est difficile, dans le cadre d'une thèse, de dominer un aussi ample sujet.

Le numéro de l'échantillon et le niveau auquel il correspond dans la coupe du Staldengraben sont portés devant la liste de faune :

- 279, niv. 6: *Bairdia* aff. *hilda* JONES = *Ostracode* 6 LUTZE
Cytherella sp.
Lenticulina quenstedti GUMBEL = *Lenticulina plexus polonica* WISNIOWSKY
Lenticulina polypora GUMBEL
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina cf. *münsteri* R.
Lenticulina cultrata MONTFORT
Lenticulina acutiangulata TERQUEM
Lenticulina tricarinella REUSS
Planularia anceps TERQUEM
Planularia crepidula FIC. et MOH.
Planularia beierana GUMBEL
Planularia filosa TERQUEM
Fronicularia frankei CUSHMAN
Reophax horridus SCHWAGGER
Reophax polyeides DEECKE
Reophax sp.
Lagena apiculata REUSS
Cornuspira
- 280, niv. 7: *Lenticulina subalata* REUSS
Lenticulina sp.

- 284, niv. 9: *Lenticulina quenstedti* GÜMBEL = *Lenticulina plexus polonica* WISN.
Lenticulina münsteri ROEMER forme A
Lenticulina polypora GÜMBEL
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina sp.
Reophax horridus SCHWAGGER
Reophax polyeides DEECKE
Lingulina cernua BERTHELIN (?)
Globulina laevis SCHWAGGER
Webbelinoidea (?)
Marginulina sp.
- 300, niv. 40: *Astacolus prima* D'ORB.
Lenticulina tricarinella REUSS
Lenticulina polypora GÜMBEL
Lenticulina quenstedti GÜM. = *Lenticulina plexus polonica* WISN.
Lenticulina acutiangulata TERQUEM
Lenticulina varians BORNEMANN forme *recta* FRANKE
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina quenstedti GÜMBEL var. II = var. B CIFELLI
Valvulina conica PARKER et JONES (?)
Lagena globosa MONTAGU
Globulina laevis SCHWAGGER
Reophax sp.
Dentalina sp.
Eoguttulina liassica STRIKLAND
Débris de *Ammobaculites* (?)
- 303, niv. 60: *Bairdia* sp.
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina quenstedti GÜMBEL var. I = var. A CIFELLI
- 309, niv. 72: *Lenticulina* sp.
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina münsteri sowerbii SCHWAGGER
Lenticulina quenstedti GÜMBEL var. II = var. B CIFELLI
Textularia jurassica GÜMBEL (?)
- 311, niv. 78: *Lenticulina* cf. *cultrata* MONTFORT
Lenticulina polypora GÜMBEL
Lenticulina quenstedti GÜMBEL var. I = var. A CIFELLI
Lenticulina münsteri ROEMER
Lenticulina tricarinella REUSS
Astacolus radiata TERQUEM

Résultat stratigraphique

L'Ostracode *Bairdia hilda* JONES = *Ostr.* 6 LUTZE apparaît au Bathonien et, sur notre coupe, permet de préciser la base de cet étage: le niveau 6, où elle apparaît, est à un peu plus de 2 m du dernier niveau à microfaune du Lias sup.-Bajocien. Aucune indication biostratigraphique ne peut être obtenue à l'aide des Foraminifères. Ce sont des formes benthoniques à évolution lente et extension géographique restreinte. La succession de faunozones ne pourrait avoir qu'une valeur locale. Il s'agit de la première microfaune décrite dans ces niveaux des Préalpes médianes, il n'existe donc aucune base de comparaison. L'objet de mon étude en cette matière est double: tout d'abord, démontrer qu'il existe des possibilités d'étude biostratigraphique par les Foraminifères et les Ostracodes dans le Toarcien, Bajocien et Bathonien qui ont

jusqu'à maintenant été délaissés; deuxièmement, il fallait tenter de tirer des résultats de première approximation pour la stratigraphie. Comme nous l'avons déjà dit (cf. p. 275), seules quelques formes caractéristiques ont été déterminées dans la riche faune du Lias sup.-Bajocien. Une étude micropaléontologique complète, basée sur plusieurs coupes, aboutirait sans aucun doute à de très intéressants résultats. Le champ est ouvert aux micropaléontologues.

Le tab. 3 montre l'extension stratigraphique comparée des formes les plus intéressantes, chez quelques uns des auteurs consultés. Ceci illustre la valeur locale des extensions et la nécessité de créer une échelle régionale de répartition des espèces avant de se prononcer sur leur utilisation biostratigraphique.

Interprétation de la faune

La distribution de la microfaune vient confirmer certaines observations faites sur la lithologie. On constate:

1. Dans les bancs de calcaire détritique, la microfaune est la même dans les deux zones du terrain.

2. La faune isolée des schistes contient essentiellement des Lagenidae qui sont absents dans les lames minces, tandis qu'une grande variété de Foraminifères abonde dans les lames mais que l'on ne retrouve pas isolés.

3. Dans les schistes à quartz, micas ou débris charbonneux, on ne trouve aucune microfaune.

4. Dans les schistes contenant de la microfaune, il n'y a ni quartz, ni micas, ni débris charbonneux.

Il est donc clair que des roches contenant des populations si différentes se sont formées dans des conditions également différentes. Les calcaires détritiques contiennent la même faune et l'on peut donc penser que le matériel sédimenté dans la zone Nord est apparenté à celui de la zone Sud.

D'autre part, les schistes à microfaune de la zone Nord marquent la différence entre les deux milieux, simplement par leur absence dans le Sud. Ils permettent en outre la distinction, dans la zone Nord, des dépôts allochtones détritiques et des dépôts autochtones. Les schistes à microfaune représentent avec certitude le fond de la sédimentation autochtone. Il est improbable que ces schistes soient la phase finale d'un grano-classement. Dans ce cas, nous y trouverions des restes de faune appartenant au milieu générateur et qui auraient une analogie avec celle des phases grossières. Je pense spécialement aux Miliolidae qui sont les plus petits. Rien de cela n'existe. Les schistes micacés, sans microfaune, représentent eux la phase pélitique du grano-classement. La distinction pétrographique est confirmée par la microfaune.

Palécologie

Toute notre faune est benthonique, calcaire ou arénacée. Tous les auteurs consultés (J. SIGAL (in PIVETEAU 1952), O. BANDY (1953), W. WALTON (1955), F. PHLEGER et F. PARKER (1951), O. BANDY et R. ARNAL (1957) attribuent ces formes à un milieu néritique de plateforme. Aucun Foraminifère n'est typiquement littoral. Du point de

Tab. 3 Extensions comparées de certaines espèces.

Divers	BARTENSTEIN et BRAND 1937	FRENTZEN 1948	FRANKE 1938	GAROT, LACASSAGNE et NOUET 1958
<i>Lagena globosa</i>	Lias β -Dogger	Malm α	Lias δ	
<i>Reophax horridus</i>	Oxf. inf. (Schwagger)	Dogger ξ - Malm α		
<i>Lingulina cernua</i>	Lias α -Dogger β	Lias δ -Dogger β	Lias moy.	
<i>Textularia jurassica</i>	Dogger ξ -Malm α	Dogger ξ \rightarrow		
<i>Fronicularia Frankei</i>	Lias γ	Dogger β	Lias ζ	
<i>Astaculus prima</i>	Lias-Dogger	Lias β	Lias \rightarrow	
<i>Astaculus radiata</i>	Lias β et Dogger	Lias α - δ	Lias α - β	
<i>Planularia crepidula</i>	Lias-Dogger	Lias \rightarrow	Lias α - γ	Baj. moy.-Bat. inf.
<i>Planularia tricarinnella</i>	Bath.-Crét. inf. (Leitf. d. Mikr.)	Dogger ξ -Malm α	Dogger ξ -Cal. inf.	Bajocien sup.
<i>Planularia filosa</i>	Lias γ -Dogger	Lias β \rightarrow	Lias δ - ζ	Bajocien sup.
<i>Lenticulina quenstedti</i>	Dogger ζ -Malm			
<i>Lenticulina münsteri</i>	Lias β \rightarrow	Lias β \rightarrow		Bathonien
<i>Lenticulina cultrata</i>	Dogger	Lias ξ -Dogger ζ		
<i>Lenticulina subalata</i>	Lias-Dogger	Lias ξ \rightarrow	Lias ξ - ζ	Bajocien moy.
<i>Lenticulina polypora</i>		Dogger ζ -Malm		
<i>Lenticulina crepidula</i>	Lias-Dogger	Lias \rightarrow	Lias α - γ	Baj. moy.-Bath. inf.
<i>Lenticulina varians</i>	Lias-Dogger	Lias \rightarrow	Lias γ - ζ	Bajocien sup.
<i>Lenticulina acutiangulata</i>	Lias		Lias	

vue bathymétrique, on les trouve de 60–3500 m de profondeur suivant les conditions locales dans les mers actuelles. Seuls les Textularidae vivent à une profondeur restreinte: ± 80 m.

Nous n'avons aucune faune pélagique. Comme le faciès, la microfaune nous situe dans un milieu néritique-terrigène de plateforme.

La différence entre ces deux complexes d'âge analogue tient essentiellement à des conditions sédimentaires dissemblables. Ce qui frappe d'abord, c'est la présence d'énormes épaisseurs de calcschistes dans la zone Sud, ce qui est inconnu au Nord. D'autre part la sédimentation de calcaires argileux et schistes, telle que nous la connaissons dans le niveau 12 de la coupe du Staldengraben au Nord par exemple, n'existe pas au Sud.

Si l'on prolongeait la description vers le Nord, on trouverait des faciès de plus en plus marneux. Ainsi, dans les replis bordiers des Préalpes médianes, ce membre est nettement plus marneux. Cependant, la nature même de ce sédiment, le fait que les niveaux détritiques se présentent le plus souvent en grandes lentilles, m'interdisent de généraliser les conditions rencontrées sur mon terrain. A quelques kilomètres de distance, les conditions réglant la répartition des sédiments, de la zone interne au front de la nappe, peuvent être différentes.

Si les circonstances le permettent, j'espère étendre l'étude du membre détritique C à toutes les Préalpes médianes. En particulier, la recherche de coefficients statistiques permettant une caractérisation plus précise des faciès devra être poussée aussi loin que possible. La microfaune et les structures sédimentaires ne devront pas être négligées car elles sont essentielles pour l'étude des conditions paléosédimentaires.

Conclusions sédimentaires

Dans les deux zones nous avons des éléments semblables, mais les facteurs qui ont présidé à leur dépôt sont différents (voir tab. 4). Dans la zone Nord, nous avons des dépôts argilo-calcaires inconnus au Sud. Le sud est une zone de dépôt tranquille que les courants ou des accidents de topographie sous-marine n'ont pas troublé. Dans le Nord, au contraire, sur un fond autochtone calcaréo-argileux, viennent se superposer des arrivées massives de sédiments dont l'origine est à rechercher dans la zone Sud. Ces conditions nous situent dans un faciès de comblement de dépression. La nature de cette dépression reste à définir. Il s'agit certes d'un accident sur la plateforme néritique et non d'une zone bathyale.

Le hasard des affleurements et de la tectonique ne nous permet malheureusement pas une observation précise de la zone intermédiaire.

Si l'on tente de reconstituer la paléogéographie le long d'une ligne Nord-Sud passant du Staldengraben par le Kaiseregg pour se terminer dans le Bäderhorn (Rigides), nous avons la succession suivante:

1. Un bassin où la sédimentation autochtone est oblitérée par l'arrivée massive de dépôts détritiques allochtones. C'est notre zone Nord.
2. Une plateforme où les sédiments s'accumulent sur de grandes épaisseurs tranquilles. C'est notre zone Sud.
3. Une zone épicontinentale où se forment les Couches à Mytilus.

	Zone Nord	Zone Sud
1. Épaisseur	70–80 m	300–400 m
2. Stratification	En strates rythmiques, généralement de faible épaisseur.	En complexes épais arythmiques
3. Faciès	<p>a) Répartition et variétés différentes dans les deux zones (voir fig. 34 et 37).</p> <p>b) Absence de calcschistes argilo-gréseux en épaisses séries.</p> <p>Absence de calcarénites.</p> <p>c) Un seul banc de calcaire oolithique.</p> <p>d) Micas et débris charbonneux concentrés dans les laminites.</p>	<p>Absence de schistes argileux tendres.</p> <p>Absence de schistes et laminites micacés.</p> <p>Absence de calcaire argileux verdâtre.</p> <p>Plusieurs complexes de calcaire oolithique.</p> <p>Charbon en petits lits.</p> <p>Micas dispersés.</p>
4. Calcaires détritiques	<p>a) La nature des éléments des calcaires détritiques est la même dans les deux zones. L'arrangement des éléments dans les strates est différent dans les deux zones.</p> <p>b) Les calcaires détritiques forment généralement des granostrates.</p> <p>c) Les grains de quartz clastiques sont fréquents dans tous les faciès.</p>	<p>Pas de strates granoclassées.</p> <p>Les grains de quartz clastiques sont surtout concentrés dans les calcaires grumeleux fins.</p>
5. Structures sédimentaires	Elles sont abondantes : – granoclassement ; – laminations d'aspects divers ; rides.	Pas de structures sédimentaires.
6. Remaniements	Ils sont présents : – remaniements intraformationnels ; – remaniements de galets mous.	Absence de ces deux types de remaniement.
7. Microfaune	Association différente dans les schistes argileux tendres autochtones et les calcaires détritiques allochtones.	Microfaune présente uniquement dans les calcaires détritiques. Elle est de même type que celle des calcaires détritiques de la zone Nord.
8. Sédimentation	<p>a) Phénomènes évidents de transport massif et de remaniement global des sédiments détritiques.</p> <p>b) Sédimentation calcaréo-argileuse autochtone oblitérée par des apports massifs de sédiments détritiques allochtones.</p>	<p>Aucun phénomène de transport.</p> <p>Sédimentation uniquement autochtone.</p>

Tab. 4. Comparaisons générales entre les zones Nord et Sud.

Cette succession a une valeur locale puisqu'elle ressort d'observations limitées dans l'espace. Cependant, d'autres auteurs, (FAVRE, PETERHANS, etc.) ont établi sur leurs aires d'étude respectives des différences entre les faciès méridionaux et septentrionaux jusqu'à la fin du Bathonien.

La fig. 38 résume la succession de ces zones et tente d'expliquer, en les schématisant fortement, les modes sédimentaires qui ont abouti à l'état de choses actuel. Elle est basée sur la rupture d'équilibre d'une accumulation de débris non compactés. Les dimensions verticales et horizontales ne sont évidemment pas respectées: c'est un schéma hypothétique. D'autres interprétations sont possibles.

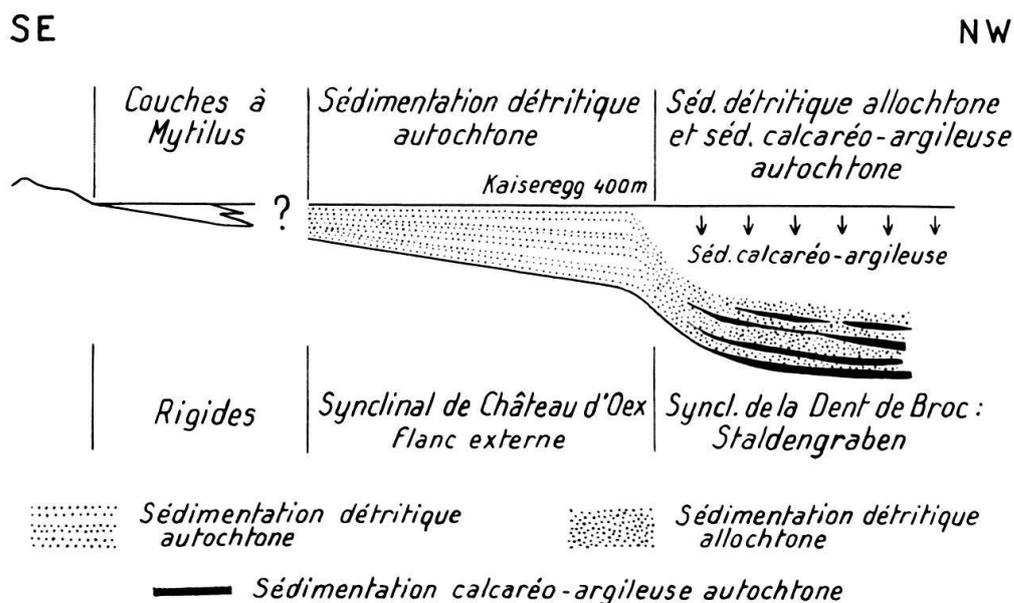


Fig. 38. Schéma illustrant la répartition et le mode de dépôt des calcaires détritiques du membre C de part et d'autre de l'Anticlinal II.

MEMBRE D: DES CALCSCHISTES

(Callovien-Oxfordien inf.?)

Au-dessus des niveaux détritiques du Bathonien, le membre D est fait essentiellement de calcschistes de composition presque uniforme sur toute l'étendue du terrain. Cependant, dans notre zone Sud, on y trouve des niveaux de calcaire détritique et autres faciès qui sont absents dans la zone Nord. Cette particularité avait déjà été remarquée par V. GILLIERON dans le Kaiseregg (1885, p. 143): « Dans le massif de la Kaiseregg, on trouve en outre des bancs de calcaire gréseux en assez grande quantité, des calcaires siliceux un peu cristallins et des rognons de silex... »

Limites lithologiques

Dans la zone Nord, le seul contact inférieur visible est tectonique et les calcschistes succèdent aux bancs de calcaire détritique.

Dans la zone Sud, le faciès des calcschistes apparaît déjà dans le Bathonien. Il s'intercale 2 ou 3 fois entre les niveaux détritiques et peut atteindre 2 m d'épaisseur. La limite lithologique inférieure a été fixée à l'apparition massive des calcschistes représentant une épaisseur d'environ 30 m.

La limite supérieure est donnée par l'apparition des premiers schistes verts noduleux qui marquent la disparition brusque du faciès sous-jacent.

Lithologie générale

Les affleurements de la zone Nord sont uniquement composés d'une suite monotone de calcschistes gris-bleu à altération grise ou brune. Ces calcschistes sont fait d'une masse calcaréo-argileuse cryptocristalline, parfois grumeleuse, contenant des débris calcitiques et organiques divers, très fins.

Dans la zone Sud, la lithologie est plus variée et l'on peut diviser le membre en deux parties. La base est un complexe monotone de calcschistes verdâtres à altération jaune typique et taches de rouille. Leur faciès fondamental est le même que celui des calcschistes du Nord, mais on y trouve en plus des débris charbonneux, de la glauconie et de la pyrite abondante. La silice colloïdale est très largement répartie dans certains niveaux, leur conférant une dureté inaccoutumée. La partie supérieure est plus variée et contient, outre le faciès décrit, des calcarénites, des calcaires à pseudo-nodules bien définis et aux formes irrégulières, du silex en niveaux pouvant atteindre 0,30 m d'épaisseur ou en nodules. En outre un niveau constant de brèche à silex, surmonté de quelques bancs détritiques, marque la fin de la série. C'est un mélange de trois faciès calcaires différents et de silex. Ce banc a l'aspect typique d'une brèche de remaniement sous-marin dans des sédiments encore meubles.

Affleurements et extension du faciès

Zone Nord:

La succession monotone de ces calcschistes affleure peu dans cette zone. Je n'y ai trouvé que des traces d'Ammonites indéterminable et un *Aptychus* que l'on peut rapprocher du *Laevaptychus ceratoïdes* OOSTER, dans un affleurement situé près de Unterbödeli (coord. 588,050/176,200).

Zone Sud:

De l'arête du Zibegg à celle de Ritzlenen, le faciès des calcschistes est présent sans discontinuer, dans le flanc interne de l'Anticlinal II.

a) Dans les Metzgertritten, au Sud de Salzmatt, on trouve dans le milieu de la série une brèche à Bélemnites contenant des Bivalves et des *Aptychus*. Ces organismes fragmentés n'ont pu être déterminés. Un certain nombre de Fucoïdes et une Ammonite complètent la récolte.

b) Sous le Kaiseregg, dans le couloir d'éboulis, le profil suivant a été relevé:

1. Calcschistes gris-vert à altération jaune. La pyrite y abonde donnant des taches de rouille en s'oxydant. Ce sont des calcaires argileux cryptocristallins à débris calcitiques, organiques: filaments d'algues et Bivalves pélagiques, débris charbonneux et petits quartz clastiques. La silice colloïdale est irrégulièrement répartie. Lentilles de silex. Le niveau contient des Bélemnites dont:
Hibolites hastartinus BLAINVILLE 35,00 m
2. Calcaires détritiques de type Bathonien. A la base le calcaire est pseudo-oolithique et passe rapidement à des calcarénites contenant des galets, avec des quartz et de la glauconie. Les strates sont mal définies car le silex forme de grandes lentilles obliques pouvant atteindre 0,30 m d'épaisseur et masquant la stratification 3,53 m

3. Schistes calcaires et siliceux très durs	0,21 m
4. Mélange non stratifié des faciès des niv. 1 et 2, avec de grosses lentilles de silex	2,00 m
5. Calcaire vert-olive, très compact. Le faciès est le même que dans le niv. 1, seul le débit est différent	4,00 m
6. Bancs de 30–40 cm de calcarénite assez grossière, idem niv. 2, coupés de minces lits de silex	3,20 m
7. Brèche de silex contenant le faciès du niv. 1, des calcarénites et du calcaire pseudo-oolithique, mélangés à des rognons de silex	0,80 m
8. Bancs de calcarénite idem niv. 6 mais avec des galets atteignant 1 cm de diamètre	0,60 m
9. Schistes noduleux.	

A cet endroit, V. GILLIÉRON (1885, p. 144) a trouvé :

Perisphinctes lucingensis FAVRE

Peltoceras arduennens D'ORB.

Aptychus sp.

c) Dans le Steinritz, au-dessus du Seelihäuser, j'ai relevé :

1. Calcschistes semblables au niv. 1 du profil précédent	55,00 m
2. Calcaire gris-vert, légèrement détritique à pseudonodules de matériel plus compacte. Leur forme est très irrégulière et soulignée par un mince filet pyriteux	0,15 m

Au-dessus, les niveaux sont cachés par la végétation. Mais on y trouve encore le niveau de brèche à silex, épais ici de 2 m et surmonté de calcarénites. Dans le niveau 1, j'ai trouvé à la base une forme attribuée avec doute à :

Alligaticeras alligatus LECKENBY

du Callovien inférieur.

au sommet :

Grossouvria cf. *sulciferus* OPPEL

du Callovien moyen à supérieur.

d) Le prolongement du faciès vers le Sud ne m'a livré que des Fucoïdes et de mauvaises ammonites indéterminables.

Age du membre D

La faune récoltée ne nous permet pas de fixer des limites d'âge précises. Nous savons juste que le Callovien recouvre une partie du membre. Quant à l'existence de l'Oxfordien inf. (zones à *Q. mariae* et *C. cordatum*) elle n'a pu être infirmée ou confirmée.

Si *Choffatia subbackeriae* (cf. p. 301) marque bien le sommet du Bathonien, alors il est possible que la limite lithologique inférieure corresponde à la limite Bathonien-Callovien dans la zone Sud. CHATTON (1947) a établi cette correspondance avec sécurité dans le Motélon. Quant à la limite Callovien-Oxfordien, elle n'est pas encore résolue dans les Préalpes médianes. De même l'extension du faciès «calcschistes» dans l'Oxfordien n'est pas précisée.

Considérations paléogéographiques

Dès le Callovien, des conditions sédimentaires semblables tendent à se généraliser dans l'ensemble des Préalpes médianes. De petites différences subsistent cependant. Le faciès des calcarénites de la zone Sud peut être interprété comme un accident, c.-à-d. comme un apport localisé de matériel exogène. La plus grande proportion de ce faciès signifierait alors la plus grande proximité avec la zone d'alimentation.

De nombreux auteurs attribuent le faciès des calcschistes à un milieu bathyal et font intervenir de « brusques oscillations » (VON DER WEID 1961, p. 589) pour expliquer le retour des bancs détritiques. Il règne ici une confusion au sujet du terme bathyal. GRABAU (1917) l'a défini selon des critères bathymétriques et morphologiques. Le milieu bathyal va du bord de la plateforme continentale au fond du talus. HAUG (1921) définit le milieu bathyal par le faciès et lui attribue aussi une marge bathymétrique. C'est le milieu des boues terrigènes et des faciès calcaires. HAUG fait la confusion entre la nature du sédiment et son lieu géographique de dépôt. Ceci est évidemment une erreur car une vase terrigène peut être aussi bien côtière que profonde. Pourtant, au sens de HAUG, les calcschistes du Callovien pourraient être dits bathyaux, mais cela n'aurait aucune valeur paléosédimentaire.

Si l'on revient à la première définition de GRABAU, il faut admettre qu'il est difficile d'envisager la plateforme néritique-terrigenne du Bathonien devenant brusquement talus bathyal et faisant de brusques rétablissements pour retrouver épisodiquement le faciès détritique. Il est évident que la tranche d'eau s'est épaissie. Le changement de dépôt est dû principalement à l'éloignement de la zone d'alimentation en terrigènes de la plateforme. Ces terrigènes font d'ailleurs encore de brèves incursions vers l'intérieur de la mer. Ce phénomène représente des phases de plus haute énergie, telles celles qui, lors d'une tempête, intercalent des lits de galets dans les sables. Ou plus simplement, l'alimentation peut accroître momentanément sa puissance et l'aire d'épandage du sédiment s'agrandit.

L'éloignement de la zone d'alimentation et l'approfondissement de la mer sont certes assez évidents. Ils suffisent à expliquer le changement de régime sédimentaire, sans faire subir au fond marin de « brusques » et répétés bouleversements.

CHAPITRE VII

FORMATION DES CALCAIRES MASSIFS

(Oxfordien moy. – Berriasien sup.)

Cette formation inaugure l'expansion d'une sédimentation analogue dans les deux parties de notre terrain. On peut diviser la formation en trois parties correspondant à des faciès distincts.

1. *Les schistes noduleux* de l'Oxfordien moyen (ex Argovien) sont constants à la base de la formation et ont été cartographiés séparément. On peut donc en faire un membre. Leur épaisseur stratigraphique peut difficilement être estimée dans la zone Nord où ils sont très écrasés. Dans la zone Sud, ils ont une faible épaisseur comparative à ce que l'on trouve ailleurs. D'une puissance d'environ 50 m dans le massif des Bruns (J.P. SPICHER, 1965), il ne reste que 15–20 m dans le Kaiseregg.