[*Géologie Alpine*, t. 46, 1970, p. 49-65]

Géologie de la partie septentrionale du synclinal du Lindion (massif des Bornes, Haute-Savoie, France)

Etude de la base des « calcaires sublithographiques »

par Michèle CARON [1], Jean CHAROLLAIS [2] et Michel SEPTFONTAINE [2]

SOMMAIRE. — Les calcaires néocrétacés du synclinal du Lindion débutent par le Coniacien. Ils reposent sans discordance sur leur substratum. Les couches détritiques qui les séparent de l'Urgonien sous-jacent restent par contre mal datées en raison des remaniements sous-marins qui mélangent les microfaunes de l'Albien et du Cénomanien. Aussi l'évolution paléogéographique de la région au Crétacé moyen reste mal connue.

ABSTRACT. — The uppercretaceous limestones of the Lindion syncline (Bornes massif, in the northern subalpine ranges) are of Coniacian age at their basis. They conformablely overlie the Urgonian limestones but the age of the intermediate beds is poorly known, due to the submarine erosion and resedimentation which mix the Albian and Cenomanian microfaunas. The paleogeographic evolution between Bedoulian and Coniacian remain a matter of discussion.

Depuis plusieurs années, nous avons entrepris dans le massif des Bornes, et plus particulièrement entre l'Arve et le Fier, l'étude de la formation gréso-glauconieuse, appelée « Gault » par les anciens auteurs. Cette formation est comprise stratigraphiquement entre les calcaires sublithographiques attribués au Sénonien *sensu lato* et les calcaires urgoniens d'âge Barrémien-Bédoulien ; cette datation est basée sur la découverte à la Montagne de Veyrier de *Deshayesites* du groupe *weissi* (L. MORET et P. DELEAU, 1960). Dans son mémoire consacré au massif des Bornes, L. MORET (1934, p. 38) concluait que « dans tout le Massif des Bornes, sauf l'extrême S, il semble donc que la sédimentation ait été continue de l'Albien au Sénonien ; le Sénonien n'y serait pas partout transgressif comme on a pu le croire, et les pseudobrèches intercalées entre les complexes gréseux et les calcaires fins seraient dues à des remaniements par courants de fond ». Le synclinal du Lindion, sur rive gauche du Fier, entre Alex et Thônes, nous a paru favorable à l'étude de ce problème.

L'un de nous (M.S.) a relevé la carte géologique du synclinal du Lindion (fig. 1) dont l'intérêt nous en avait été signalé par notre collègue J. MARTINI. Ce synclinal complexe avait déjà été décrit par G. MAILLARD (1889, p. 12-13) : « Le vallon du Lindion est constitué presque tout entier par la craie, flanqué de part

[1] Institut de Géologie, Université de Fribourg.
[2] Institut de Géologie et de Paléontologie, 11, rue des Maraîchers, Genève.

et d'autre de gault et d'urgonien. Elle forme comme arête médiane une anticlinale secondaire très aiguë passant parfois au pli-faille, et bordée elle-même au Nord-Ouest par une petite faille locale contre laquelle butte une langue de calcaire nummulitique. » Si nous sommes en accord avec la complexité tectonique que cet auteur attribue au synclinal du Lindion, nous apporterons par contre de sérieuses modifications à la description de la stratigraphie, et particulièrement à celle du « gault ». Aussi décrirons-nous en premier lieu la stratigraphie locale, puis, après un aperçu tectonique sommaire, nous analyserons quelques coupes de terrains compris entre les calcaires urgoniens sous-jacents et les calcaires sublithographiques sus-jacents.

I. — Stratigraphie du synclinal du Lindion.

Nous rappelons ici brièvement la stratigraphie des chaînes subalpines décrite par les auteurs (L. MORET, 1934 ; J. CHAROLLAIS, 1963). Nous ne mentionnerons que les formations figurant dans l'aire de notre carte (fig. 1) qui est limitée au N et au S par la vallée du Fier et le Crêt des Tervelles, au NW et au SE par l'arête de Lanche noire et par Roche blanche. Nous ne décrirons pas les faibles placages morainiques à l'W des chalets de Cruet et dans la région du chalet du Lindion. De haut en bas, nous avons reconnu les huit formations suivantes :

8. Les *schistes à Meletta* affleurent rarement et se présentent dans une position tectonique particulière. Nous ne les avons observés qu'à l'WNW de l'arête Couturier. Il s'agit en réalité de la base des schistes à Meletta puisqu'ils renferment encore de nombreuses Globigérines caractéristiques de l'Oligocène inférieur d'après P. BRÖNNIMANN. Pétrographiquement, ce sont des marno-calcaires schisteux très peu gréseux, riches en sulfures de fer

7. Les *marnes à Foraminifères* occupent la partie médiane du synclinal du Lindion. Ce sont des marno-calcaires schisteux à nombreux Foraminifères déjà décrits (J. CHAROLLAIS et F. WELLHAUSER, 1962). Il est facile de confondre sur le terrain ces marnes à Foraminifères d'âge oligocène inférieur avec les faciès marno-calcaires du Crétacé supérieur. L'épaisseur des marnes à Foraminifères n'est pas estimable dans le synclinal du Lindion (tout au moins dans la partie étudiée), car nulle part sa partie supérieure est visible; à l'WNW de l'arête Couturier, le contact avec les schistes à Meletta est tectonique.

6. Le passage des marnes à Foraminifères au *calcaire à petites Nummulites* sous-jacent est progressif. Cette formation variable en épaisseur atteint 5 à 6 m dans les affleurements les plus méridionaux du synclinal du Lindion. La formation calcaire à petites Nummulites débute généralement à sa base par un conglomérat de quelques cm d'épaisseur composé surtout de galets de calcaire sublithographique à Globotruncanidés. D'âge priabonien, elle est essentiellement constituée par un calcaire gréseux biodétritique, parfois microconglomératique à débris d'Echinodermes, de Mollusques et de Corallinacées très abondantes et très variées. Les foraminifères pullulent : Nummulites, Textularidés, Milioles, grands Arénacés, *Discorbis* sp., etc. Certains faciès riches en Milioles sont remarquables, notamment au-dessus du chalet du Lindion sur le sentier conduisant au chalet de la Fontanette (cote 1 200 m). Pourtant, dans le Nant du Cruet, à la cote 1 180 m au pied d'une petite cascade, des niveaux charbonneux lumachelliques à faciès « *couches des Diablerets* » apparaissent sous la formation de calcaire gréseux à petites Nummulites. Ces couches des Diablerets déjà signalées par J. MARTINI (1962, p. 522) ont une puissance très faible de l'ordre du mètre ; nous y avons recueilli de nombreux moules internes de Gastéropodes ainsi que des débris de Lamellibranches indéterminables.

5. Transgressée par le calcaire à petites Nummulites, la formation des *marno-calcaires schisteux à Globotruncana* occupe la plus grande partie du synclinal du Lindion. De larges affleurements à pendages très variables mais surtout subverticaux engendrent des glissements de terrain bien visibles notamment entre le chalet de la Fontanette et le Crêt de Pezollet. Pétrographiquement, cette formation est représentée par des marno-calcaires schisteux à patine blanchâtre : ce sont des biomi-

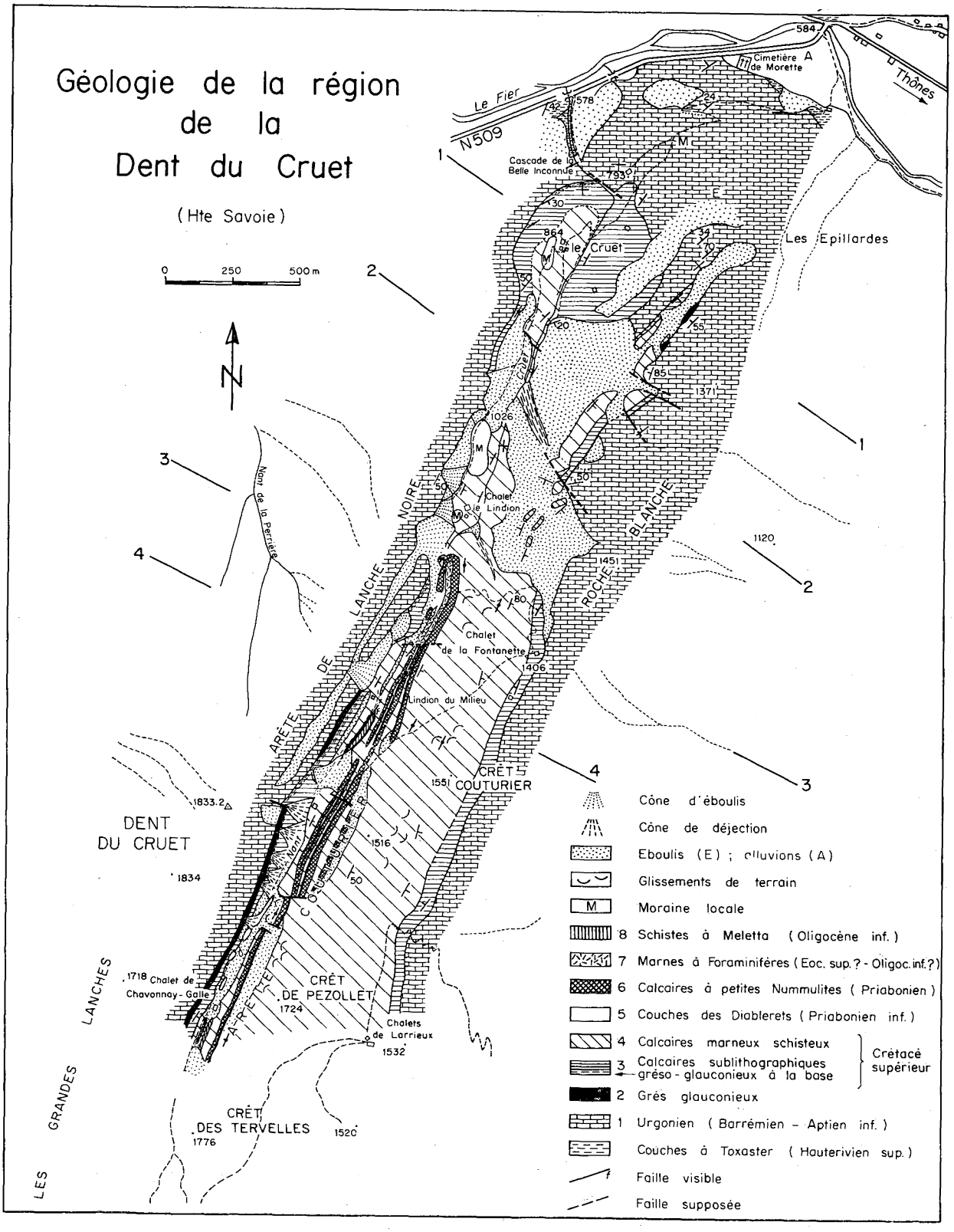
Géologie de la région de la Dent du Cruet
(Hte Savoie)
0 250 500 m
N
Le Fier
N509
Thônes
Cimetière de Morette
Cascade de la Belle Inconnue
Le Cruet
Les Epillardes
Chalet de Lindion
Chalet de la Fontanette
Lindion du Milieu
ARÊTE DE LANCHE NOIRE
ROCHE BLANCHE
CRÊT COUTURIER
DENT DU CRUET
Nant de la Perrière
Chalet de Chavonnay-Galle
CRÊT DE PEZOLLET
Chalets de Larrieux
CRÊT DES TERVELLES
LES GRANDES LANCHES
Cône d'éboulis
Cône de déjection
Eboulis (E) ; alluvions (A)
Glissements de terrain
Moraine locale
8 Schistes à Meletta (Oligocène inf.)
7 Marnes à Foraminifères (Eoc. sup.? - Oligoc. inf.?)
6 Calcaires à petites Nummulites (Priabonien)
5 Couches des Diablerets (Priabonien inf.)
4 Calcaires marneux schisteux
3 Calcaires sublithographiques gréso-glauconieux à la base
Crétacé supérieur
2 Grés glauconieux
1 Urgonien (Barrémien - Aptien inf.)
Couches à Toxaster (Hauterivien sup.)
Faille visible
Faille supposée

Fig. 1.

crites à Foraminifères où les Globotruncanidés prédominent. Cette formation a été plus ou moins rabotée par la transgression priabonienne. L'épaisseur maximum observée est voisine d'une centaine de mètres.

4. La formation des *calcaires sublithographiques à Globotruncana* passe graduellement aux marno-calcaires schisteux. Sur la carte géologique (fig. 1), nous avons individualisé ces deux formations, car les calcaires fins sublithographiques engendrent souvent des petites falaises bien visibles et nettement cartographiables. Les problèmes de l'âge et des rapports de cette formation avec celle qui la surmonte seront traités dans un travail ultérieur. Les calcaires sublithographiques à *Globotruncana,* dont l'épaisseur est difficilement estimable dans le synclinal du Lindion (bien qu'elle ne semble pas dépasser 20 m), sont beaucoup plus développés dans la partie septentrionale du massif des Bornes où ils peuvent atteindre une puissance de plus de 70 m (synclinal de Solaison, J. CHAROLLAIS, 1963). Nous discuterons plus loin l'âge de la partie inférieure de cette formation. Elle surmonte directement les calcaires urgoniens (cascade de la Belle Inconnue) avec ou sans « conglomérat de base », ou elle passe plus ou moins graduellement à la formation bréchique gréso-glauconieuse sous-jacente.

3. *La formation gréso-glauconieuse,* bréchique ou non, n'existe pas partout dans le synclinal du Lindion, contrairement à ce qu'a prétendu G. MAILLARD (1889) et à ce qui est figuré, en partie, sur la feuille Annecy au 1/80 000e (3e édition). Elle est bien observable sous l'arête de Lanche Noire et sur le flanc SE du synclinal I (fig. 2). Cette formation de quelques centimètres à quelques mètres de puissance renferme une microfaune souvent très abondante caractérisée par des mélanges d'associations témoignant ainsi d'intenses remaniements. Nous y reviendrons plus loin.

2. *Les calcaires urgoniens* de plus de 200 m d'épaisseur forment l'ossature du synclinal du Lindion. Nous ne nous sommes pas attachés à l'étude pétrographique et paléontologique de cette formation, de nombreux travaux ayant déjà été effectués dans la partie septentrionale et centrale du massif des Bornes (J. CHAROLLAIS, 1963 ; R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, 1966 ; R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968 ; R. SCHROEDER, M. CONRAD, J. CHAROLLAIS, 1968 ; M. CONRAD, 1969). Les faciès sommitaux de cette formation renferment l'association (*Palorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH), *Orbitolinopsis kiliani* SILVESTRI et *Orbitolinopsis* gr. 2 SCHROEDER et CHAROLLAIS) caractéristique de la zone V définie par R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD (1968) et considérée comme bédoulienne.

1. Au SE du cimetière de Morette et au bas de la cascade de la Belle Inconnue, affleurent des *faciès calcaires néritiques plus ou moins schisteux à Toxaster complanatus,* attribués par les auteurs à l'Hauterivien supérieur.

En conclusion, la stratigraphie dans le synclinal du Lindion est similaire dans son ensemble à celle de la partie centrale du massif des Bornes. La formation gréso-glauconieuse est, par contre, très différente ; elle fera, en partie, l'objet de cette note.

II. — Tectonique du synclinal du Lindion.

Le synclinal du Lindion est un synclinal complexe dont l'axe principal (III) plonge d'environ 8° vers le NE (fig. 2). Selon G. MAILLARD (1889, p. 13), « du côté du Fier, le vallon du Lindion s'abaisse régulièrement ». Mais cet « abaissement » est beaucoup moins accentué que le plongement de l'axe du synclinal de Morette (correspondant au synclinal du Lindion sur rive droite du Fier). L'axe principal du synclinal (III) du Lindion passe par les chalets du Cruet, le chalet du Lindion et suit à peu près le tracé du Nant du Cruet. Pourtant, à partir des chalets de la Fontanette, il s'en écarte vers l'E.

Au NNE, un anticlinal secondaire (II) naît en pleine forêt dans l'Urgonien, pour disparaître sous les éboulis vers le SW. On retrouve l'axe de cet anticlinal dans la région du chalet de la Fontanette, où les marno-calcaires schisteux à *Globotruncana* sont en position subverticale. Mais déjà dans cette région, et encore plus au SW, sa position devient difficile à préciser, car de nombreux replis affectent cette formation très

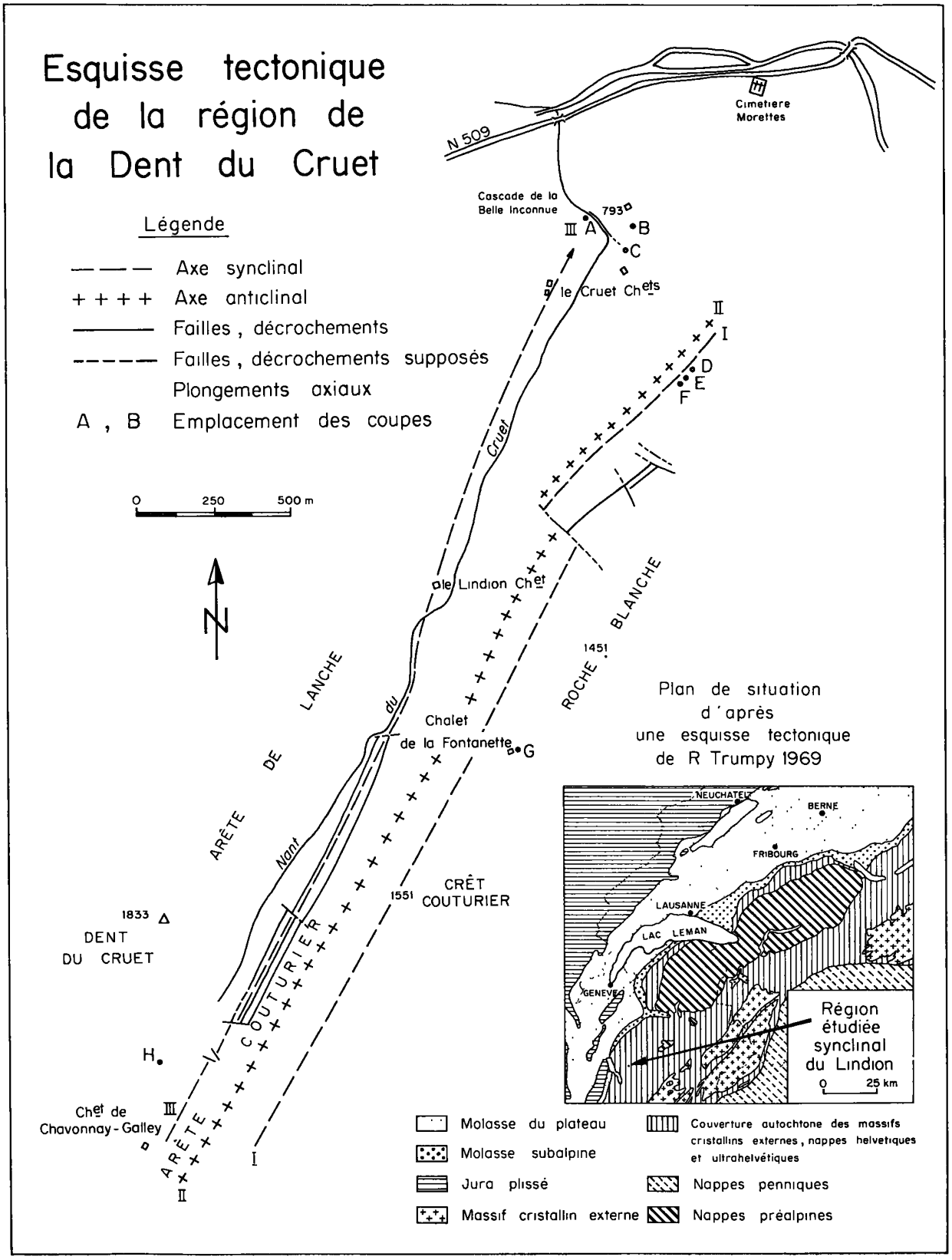
Esquisse tectonique de la région de la Dent du Cruet
Légende
Axe synclinal
Axe anticlinal
Failles, décrochements
Failles, décrochements supposés
Plongements axiaux
A, B Emplacement des coupes
0 250 500 m
N
N 509
Cimetiere Morettes
Cascade de la Belle Inconnue
793
le Cruet Chets
le Lindion Chet
Cruet
du
Nant
ARÊTE DE LANCHE
ROCHE BLANCHE
1451
Chalet de la Fontanette
CRÊT COUTURIER
1551
1833
DENT DU CRUET
ARÊTE COUTURIER
Chet de Chavonnay-Galley
Plan de situation d'après une esquisse tectonique de R Trumpy 1969
NEUCHATEL
BERNE
FRIBOURG
LAUSANNE
LAC LEMAN
GENEVE
Région étudiée synclinal du Lindion
0 25 km
Molasse du plateau
Molasse subalpine
Jura plissé
Massif cristallin externe
Couverture autochtone des massifs cristallins externes, nappes helvetiques et ultrahelvétiques
Nappes penniques
Nappes préalpines

Fig. 2.

plastique. D'ailleurs, G. MAILLARD (1889, p. 12) avait déjà remarqué cette structure complexe.

A l'E de cet axe anticlinal (II) naît au-dessus des chalets du Cruet un petit synclinal secondaire. Au cœur affleurent des marno-calcaires schisteux à *Globotruncana* qui engendrent un léger replat dans la topographie. L'axe du synclinal (I) se poursuit au SW dans la formation marno-calcaire schisteuse du Crétacé supérieur. Il disparaît sous les éboulis de la « falaise urgonienne » de Roche Blanche (1 451 m) et se retrouve dans la même formation dans la région du chalet de la Fon tanette.

En conclusion, si le synclinal du Lindion est relativement simple au niveau des calcaires urgoniens, il se complique au niveau des formations sus-jacentes ; les faciès du Crétacé supérieur, très plastiques, ont flué et présentent donc une tectonique complexe dans le détail. Cette structure disharmonique est d'ailleurs classique dans tout le massif des Bornes.

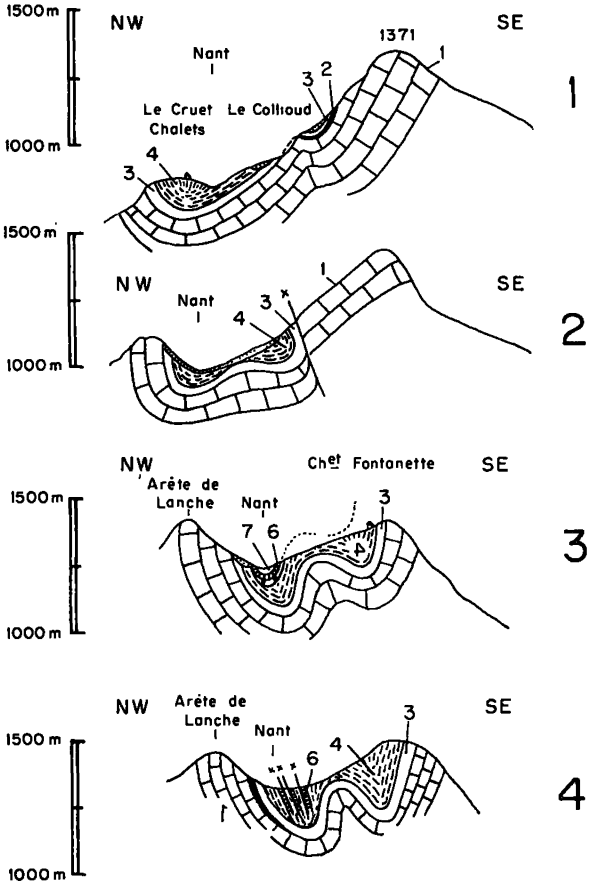

Fig. 3. — Profils à travers le synclinal du Lindion. Légende, voir fig. 1.

III. — Description des coupes.

Nous avons relevé et analysé en plusieurs points (fig. 4) les formations surmontant les calcaires urgoniens :

— Coupe A, sur le flanc occidental du synclinal III, dans le lit du ruisseau de la Belle Inconnue (coord. 905,95/107,00/782).

— Coupes B et C, sur le flanc oriental du synclinal III (coord. 906,10/106,99/815 ; 906,12/106,93/825).

— Coupes D, E, F, G, sur le flanc oriental du synclinal I (coord. 906,33/106,52/1130 ; 906,40/106,42/1130 ; 906,20/106,38/1130 ; 905,87/105,22/1395).

— Coupe H, sur le flanc occidental du synclinal I (coord. 904,82/104,46/1550).

1) COUPE A. — Cette coupe a été relevée sur rive gauche de la Belle inconnue, au-dessus de la cascade. A partir du niveau de la rivière, on rencontre de haut en bas :

3. 1,50 m : Banc avec 3 diastems principaux et nombreux petits diastems tous les 5 à 10 cm, de biomicrite peu gréseuse et peu glauconieuse. A la base, galets de calcaire à faciès urgonien, et nombreuses passées (de l'ordre du mm ou du cm) parallèles à la stratification, gréso glauconieuses avec débris phosphatés et quartz détritique ; pyrite authigène.

   Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames ; nombreux Saccocomidés ; nombreuses Fissurines ; Foraminifères arénacés (Textularidés), *Anomalina* sp., *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp.

   Association faunistique caractéristique :

   — Echantillon 2851 (au sommet du banc). Association non remaniée : *Coniacien supérieur :*

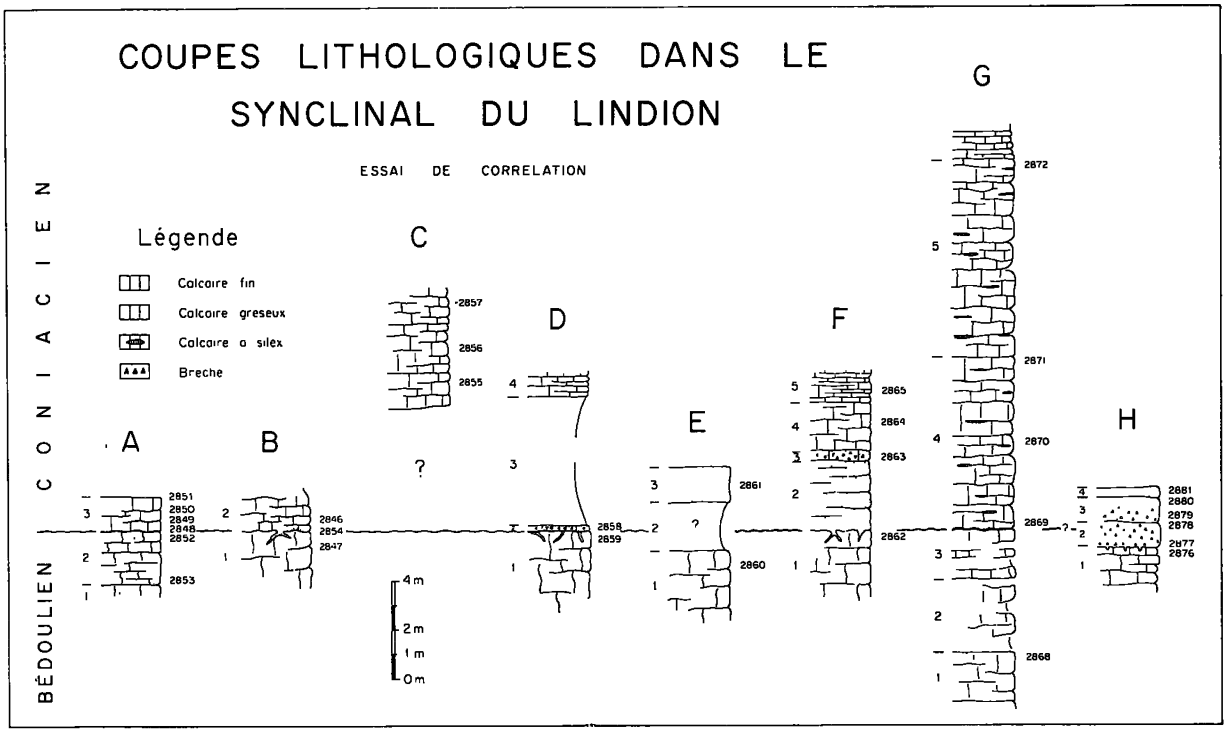

Fig. 4.

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana concava primitiva DALBIEZ.

— Echantillon 2850 (à 0,80 m de la base du banc).

Association non remaniée : *Coniacien inférieur :*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;

Association remaniée : *base du Turonien :*

« Grosses Globigérines épineuses »

— Echantillon 2849 (à 0,40 m de la base du banc).

Association non remaniée : *Coniacien inférieur :*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana angusticarinata GANDOLFI.

Association remaniée : *base du Turonien :*

« Grosses Globigérines épineuses. »

— Echantillon 2848 (à la base du banc).

Association non remaniée : *Turonien supérieur* ou *Coniacien inférieur ?*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;

Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana angusticarinata GANDOLFI.
Globotruncana renzi GANDOLFI.

Association remaniée : *base du Turonien :*

« Grosses Globigérines épineuses. »
Praeglobotruncana praehelvetica TRUJILLO.

2. 0,70 m Banc massif avec 2 diastems de biosparite gréseuse ; Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., Milioles, *Nautiloculina* sp., *Pseudotextulariella ?* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Valvulammina* sp. ; Zone V (R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968). *Bédoulien.*

1. 1,30 m Banc massif avec nombreux diastems peu distincts, de biosparite très gréseuse, glauconie très rare ; Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., Milioles, *Sabaudia minuta* (HOFKER). *Bédoulien.*

En résumé, dans le lit du ruisseau de la Belle Inconnue, la formation des calcaires sublithographiques (biomicrites) d'âge coniacien inférieur probable surmonte directement et sans faciès transitionnel le sommet des calcaires urgoniens ici d'âge bédoulien. A la base des calcaires sublithographiques, des faciès détritiques gréso-glauconieux et des associations microfaunistiques caractéristiques du Turonien inférieur témoignent d'un remaniement certain.

2 COUPE B. — Sur le sentier qui mène du cimetière de Morette au chalet du Lindion, à la jonction du sentier conduisant au chalet abandonné 793, on peut observer le contact entre les calcaires sublithographiques du Crétacé supérieur et les calcaires urgoniens du Bédoulien. De haut en bas, la succession est la suivante :

2. Formation des calcaires sublithographiques représentée par une biomicrite très peu gréseuse et glauconieuse à Saccocomidés, débris d'Echinodermes, Fissurines, Textularidés, *Anomalina* sp., *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp. Mais la microfaune présente des mélanges d'associations : en effet, avec les « Grosses Globigérines épineuses » de la *base du Turonien,* on trouve des formes du *Turonien supérieur* avec *Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN et *Globotruncana lapparenti bulloides* VOGLER.

1. Sommet des calcaires urgoniens : biomicrite peu dolomitique en voie de recristallisation : Orbitolinidés, Textularidés, *Ammobaculites* sp., *Glomospira* sp., Milioles, *Nautiloculina* sp., *Pseudotextulariella ? scarsellai* (DE CASTRO), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Spiroloculina* sp., *Valvulammina ?* sp. ; Zone V (R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968). *Bédoulien.*

Dans cette coupe, le banc sommital des calcaires urgoniens est raviné par des perforations remplies par un microconglomérat gréso-glauconieux à éléments phosphatés et à galets de calcaires urgoniens (avec Orbitolinidés); le ciment est calcaire et très peu abondant. L'échantillon 2846 provenant de la base de la formation des calcaires sublithographiques renferme une microfaune du Turonien inférieur et du Turonien supérieur, ce qui prouve un mélange de faunes dans ce niveau. De plus, la roche dans laquelle se trouvent ces Foraminifères est très détritique et le ciment est pratiquement inexistant. L'âge de la base des calcaires sublithographiques serait peut-être plus jeune que le Turonien supérieur [3]. De même, dans la coupe A (située à environ 150 m de la coupe B), la base des calcaires sublithographiques serait très probablement du Coniacien inférieur.

En conclusion, au regard du faciès et de l'environnement, il est logique de considérer la base de la formation des calcaires sublithographiques de la coupe B comme coniacienne inférieure, bien que l'on ait noté une association microfaunistique d'attribution stratigraphique plus large allant du Turonien supérieur au Coniacien.

3) COUPE C. — On peut relever une portion de coupe intéressante dans les calcaires sublithographiques, le long du sentier conduisant du cimetière de Morette au chalet du Lindion, sous le chalet 850. Le contact avec les calcaires urgoniens n'est pas visible ici. Nous avons échantillonné quelques niveaux riches en microfaune.

---

[3] Voir remarques micropaléontologiques en fin de chapitre.

— Echantillon 2857 (sommet de l'affleurement). Biomicrite peu gréseuse, très peu glauconieuse.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames ; Ostracodes ; nombreuses Fissurines ; Textularidés, *Heterohelix* sp., *Anomalina* sp., *Lenticulina* sp. ? *Dentalina* sp.

Association faunistique caractéristique :

Association non remaniée : *Coniacien :*
Globotruncana sigali REICHEL ;
Globotruncana renzi GANDOLFI.
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU).

Association remaniée : *Turonien inférieur :*
« Grosses Globigérines épineuses » ;
Praeglobotruncana cf. *helvetica* (BOLLI).

— Echantillon 2856 (à environ 2 m au-dessous de 2857). Biomicrite peu gréseuse avec quelques rares grains de glauconie et débris phosphatés.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames ; Ostracodes ; nombreuses Fissurines ; Textularidés, *Heterohelix* sp., *Anomalina* sp., *Lenticulina* sp.

Association faunistique caractéristique :

Association non remaniée : *Coniacien :*
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana renzi GANDOLFI.
Globotruncana cf. *sigali* REICHEL ;
Globotruncana angusticarinata-renzi ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana concavata primitiva DALBIEZ.

Association remaniée : *Cénomanien supérieur ?*
cf. *Rotalipora cushmani* (MORROW)
Turonien inférieur :
« Grosses Globigérines épineuses » ;
Praeglobotruncana helvetica (BOLLI)

— Echantillon 2855 (à environ 1,50 m au-dessous de 2856). Biomicrite avec glauconie et quartz détritique très rare.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames ; Fissurines abondantes ; Textularidés, *Heterohelix* sp.

Association faunistique caractéristique, non remaniée : *Coniacien :*
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana concavata primitiva DALBIEZ.

Cette coupe effectuée dans les calcaires sublithographiques démontre que les remaniements peuvent se situer à plusieurs niveaux dans cette formation. En effet, l'échantillon 2855 ne présente que des formes du Coniacien, tandis qu'au-dessus le faciès devient plus détritique, les débris phosphatés apparaissent et des formes plus anciennes se mêlent aux *Globotruncana* caractéristiques du Coniacien. La base de cette formation est estimée à quelques mètres au-dessous de ce dernier niveau échantillonné.

4) COUPE D. — Cette coupe est située dans les bois du Collioud, sur le flanc oriental du synclinal I, à l'altitude 1 130 m, au-dessus des chalets du Cruet. Bien que les affleurements soient fragmentaires, on peut néanmoins observer le passage des calcaires urgoniens aux faciès sus-jacents. De haut en bas, la succession est la suivante :

4. Bancs de calcaires sublithographiques (biomicrite) peu schisteux, à Foraminifères (dont Globotruncanidés du *Coniacien*).
3. Eboulis sur 5 à 6 m.
2. Banc de 0,20 m de brèche glauconieuse à ciment calcaire et à éléments divers : calcaires urgoniens, grès phosphatés, grès glauconieux à ciment calcaire, calcaires fins (biomicrites), calcaires argileux finement gréseux. Les éléments et le ciment renferment la microfaune suivante :

Microfaune des galets :

— calcaires urgoniens (*Bédoulien*) : Orbitolinidés (*Dictyoconus* cf. *reicheli* GUIL-

LAUME), Textularidés, Milioles, *Glomospira* sp., *Ophtalmidium* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Valvulammina* sp. ?
— grès glauconieux à ciment calcaire (*Albien*) : Hedbergelles, Planomalines ;
— grès phosphatés (*Albien*) : petites Hedbergelles, *Heterohelix* sp., 1 forme aff. *Ticinella* ;
— biomicrite (*Cénomanien supérieur*) : *Rotalipora cf. cushmani* (MORROW) ;
— biomicrite (*base du Turonien*) : « grosses Globigérines épineuses » ;
— calcaire argileux finement gréseux (plus récent que l'Albien ?) : Hedbergelles et Planomalines.

Microfaune du ciment :

Association faunistique non caractéristique : nombreuses Fissurines, *Heterohelix* sp.

Association faunistique caractéristique :

Association non remaniée : *Coniacien :*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana concavata primitiva DALBIEZ.

Association remaniée : *Albien inférieur :*

Leymeriella regularis (BRUGUIERE) ;
Cénomanien supérieur :
Rotalipora cushmani (MORROW).
Turonien moyen et supérieur :
Praeglobotruncana hagni SCHEIBNEROVA.

1. Bancs assez massifs de biomicrite gréseuse : débris d'Echinodermes, Orbitolinidés, Milioles, Textularidés, *Glomospira* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Spiroloculina* sp. *Bédoulien* (zone V, R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968).

La surface supérieure des calcaires urgoniens est perforée et taraudée ; les perforations sont remplies par du matériel détritique gréso-glauconieux de la base de la formation sus-jacente. L'intérêt de cette coupe réside surtout dans l'analyse paléontologique des galets, qui démontre un remaniement de niveaux d'âge bédoulien, albien, cénomanien supérieur et turonien inférieur.

5) COUPE E. — A moins de 100 m plus au SE de la coupe D, il apparaît un faciès gréso-glauconieux azoïque au-dessus des calcaires urgoniens. La coupe se présente comme suit, de haut en bas :

3. Grès glauconieux massif azoïque formant un banc de 1,50 m. Présence de minéraux lourds.
2. Eboulis sur environ 2 m.
1. Sommet des calcaires urgoniens : biomicrite peu gréseuse plus ou moins recristallisée avec débris d'Echinodermes ; Microgastéropodes ; Milioles, Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Spiroloculina* sp. *Bédoulien ?*

Ici, il n'a pas été possible de dater le faciès gréso-glauconieux de la base de la formation des calcaires sublithographiques, faute d'arguments paléontologiques. Ce faciès inconnu plus au N du synclinal du Lindion correspond certainement au délavage des « grès verts glauconieux » bien développés dans la partie centrale et septentrionale du massif des Bornes et attribués à l'Albien moyen par les auteurs. Le délavage s'est effectué probablement sans transport de matériel, et le milieu ne convenait certainement pas à la vie et au développement des Foraminifères, ce qui explique le caractère azoïque de ce niveau.

6) COUPE F. — Sur le flanc oriental du synclinal I, à quelque 30 m plus au SE de la coupe E, une coupe assez complète présente le contact entre les calcaires urgoniens et la formation gréso glauconieuse sus-jacente. De haut en bas, nous avons reconnu les termes suivants :

5. 1,00 m : Bancs schisteux de biomicrite avec rares grains de glauconie.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames ; nombreuses Fissurines ; *Heterohelix* sp., Textularidés.

Association faunistique caractéristique, non remaniée : *Coniacien :*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Rugoglobigerina sp.

4. 2,00 m : Bancs avec diastems de biomicrite très peu gréseuse et glauconieuse.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Inocérames ; nombreuses Fissurines; *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp., *Textularidés.*

Association faunistique caractéristique, non remaniée : *Coniacien :*

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana renzi GANDOLFI ;
Rugoglobigerina sp. ?

3. 0,20 à 0,50 m : Brèche à ciment biomicritique gréso-glauconieux, à éléments gréso-glauconieux phosphatés.

Microfaune des galets :

— *Albien :* Hedbergelles, *Ticinella* sp.
— *Cénomanien : Rotalipora cushmani* (MORROW).
— *Turonien basal :* « grosses globigérines épineuses ».

Microfaune du ciment :

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames, de Bryozoaires ; nombreuses Fissurines ; *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp., Textularidés.

Association faunistique caractéristique, non remaniée : *Turonien supérieur — Coniacien inférieur ?*

Globotruncana groupe *lapparenti :*
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana renzi-angusticarinata ;
Globotruncana cf. *imbricata* MORNOD.

2. 3 à 4,00 m : Bancs massifs de grès vert glauconieux azoïque.

1. Calcaire urgonien (biomicrite gréseuse plus ou moins recristallisée) dont les bancs sommitaux sont perforés. Débris d'Echinodermes, Milioles, Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER). *Bédoulien* (zone V, R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968).

Comme dans la coupe E, la base des calcaires sublithographiques de la coupe F est formée de grès glauconieux azoïques qui proviennent sans doute du délavage des « grès verts glauconieux » à Térébratules et Rhynchonelles attribués à l'Albien moyen par les auteurs. Au-dessus des grès verts, un niveau pseudobréchique de quelques dizaines de cm renferme dans le ciment une association de Globotruncanidés du Turonien supérieur — Coniacien inférieur ? Ce niveau correspond lithologiquement et chronologiquement au niveau 2 de la coupe D. Il n'est pas possible de déterminer avec certitude l'âge du niveau 2 de la coupe F. Nous en discuterons plus loin.

7) COUPE G. — Sur le flanc oriental du synclinal I, d'assez bons affleurements dans les pâturages qui dominent le chalet de la Fontanette permettent de lever une coupe depuis les calcaires urgoniens jusqu'aux faciès marno-calcaires à Globotruncanidés. Au-dessous de ceux-ci, de haut en bas, la succession des terrains se présente comme suit :

5. 8,00 m : Bancs avec nombreux diastems de biomicrite avec quelques silex et rares grains de glauconie.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Inocérames ; nombreuses Fissurines ; *Heterohelix* sp.

Association faunistique caractéristique : Coniacien :

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU).

4. 7,00 m : 6 à 7 bancs avec nombreux diastems et quelques silex de biomicrite peu glauconieuse et peu gréseuse.

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, d'Inocérames, de Bryozoaires ; Saccocomidés ; nombreuses Fissurines ; *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp., Textularidés.

Association faunistique caractéristique :

Association non remaniée :

— au sommet du niveau : *Coniacien :*
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;

Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana renzi GANDOLFI ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti coronata BOLLI.

— au milieu du niveau : *Coniacien :*
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI.

— à la base du niveau : *Coniacien :*
Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana angusticarinata GANDOLFI ;
Globotruncana lapparenti coronata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU).

Association remaniée :

— au sommet du niveau : *Albien ?*
Petites Hedbergelles.

— au milieu du niveau : *base du Turonien :*
« Grosses Globigérines épineuses. »

— à la base du niveau : *Turonien inférieur et moyen :*
« Grosses Globigérines épineuses » ;
Praeglobotruncana helvetica (BOLLI) ;
Globotruncana schneegansi (SIGAL) ;
Globotruncana hagni SCHEIBNEROVA.

3. 2,00 m : Couverture végétale avec quelques pointements de grès blanchâtres à ciment calcaire (= faciès sommital des calcaires urgoniens). *Bédoulien ?*

2. 3.00 m : Couverture végétale avec « têtes » de bancs de calcaires à faciès urgonien. *Bédoulien.*

1. 2,00 m : Calcaires urgoniens gréseux à débris d'Echinodermes, Milioles, Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER). *Bédoulien* (zone V, R. SCHROEDER, J CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968).

Dans la région de la Fontanette, le contact entre le sommet des calcaires urgoniens et la base des calcaires sublithographiques est mal visible, en raison de la couverture végétale qui masque en partie les affleurements. Cependant, les premières têtes de bancs (échantillon 2869) renferment une association de Globotruncanidés caractéristiques du Coniacien. D'autre part, dans cette région, des faunes remaniées apparaissent dans les calcaires sublithographiques à plusieurs mètres au dessus de leur base ; nous avons relevé la présence de petites Hedbergelles au sommet du niveau 4 (échantillon 2871), à 7 m au-dessus du contact avec les grès du Bédoulien. On pourrait faire remarquer un phénomène net ici, à savoir que plus on monte dans la série stratigraphique, plus les microfaunes remaniées proviennent de niveaux anciens.

8) COUPE H. — Sous la Dent du Cruet, à 1 570 m, une bande de « grès verts » forme un mur dans la topographie, bordant ainsi le flanc occidental du synclinal III. L'épaisseur visible des « grès verts » atteint une dizaine de mètres. Malheureusement, les éboulis masquent le contact de cette formation avec les calcaires sublithographiques sus-jacents. La base des « grès verts » se présente comme suit, de haut en bas :

4. 0,80 m : Grès glauconieux à ciment calcaire. Débris d'Echinodermes ; Fissurines ; *Glomospira* sp.

3. 1,00 m : A la base, brèche glauconieuse passant vers le haut à un grès glauconieux à ciment calcaire, avec quelques rares éléments phosphatés.

Association faunistique non caractéristique : Débris d'Echinodermes, de Bryozoaires ; Fissurines ; Milioles, Textularidés.

Association faunistique caractéristique comportant de nombreux remaniements :

— au sommet du banc : *Turonien supérieur à Coniacien :*
Globotruncana du groupe lapparenti.

Base du Turonien :
« Grosses Globigérines épineuses. »

— à la base du banc : *Turonien moyen et supérieur :*
Globotruncana bicarénées sp. ;
Globotruncana renzi GANDOLFI ;
Praeglobotruncana inornata ? (BOLLI).

Base du Turonien :
« Grosses Globigérines épineuses. »

2. 1,00 m : Brèche à éléments gréso-glauconieux phosphatés très nombreux à la base, à ciment micritique gréseux peu glauconieux.

Microfaune des galets :

Albien : Hedbergelles.

Microfaune du ciment :

Association faunistique non caractéristique : débris d'Echinodermes, de Bryozoaires ; Fissurines ; *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp., Milioles.

Association faunistique caractéristique :

— au sommet du banc : *Turonien moyen :* « Grosses Globigérines épineuses » ; *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI) ; Premières *Globotruncana* bicarénées

— à la base du banc : *Cénomanien supérieur — Turonien basal :* *Rotalipora cushmani* (MORROW) ; « Grosses Globigérines épineuses ».

1. Au-dessous, la surface supérieure des calcaires urgoniens est perforée. Une micrite gréso-glauconieuse parfois phosphatée remplit les perforations. Le calcaire transgressé d'âge *bédoulien* est biosparitique gréseux avec Milioles, Orbitolinidés, Textularidés, *Glomospira* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Spiroloculina* sp., *Valvulammina* sp. ?

Dans la partie centrale du synclinal du Lindion se développe sur le flanc occidental une épaisse formation gréso-glauconieuse parfois bréchique étudiée dans la coupe H. Cette formation inconnue au N du synclinal du Lindion renferme à sa base une faune du Cénomanien supérieur. S'agit-il de faune remaniée ou non ? Dans la partie centrale et septentrionale du massif des Bornes, une brèche assez semblable a été datée du Cénomanien (J. CHAROLLAIS, 1966, p. 43). On peut donc penser que dans la coupe H, cette brèche d'âge cénomanien repose directement sur les calcaires sommitaux urgoniens (Bédoulien) et qu'elle est surmontée de faciès détritiques d'âge de plus en plus récent. Mais, dans tout le massif des Bornes, au N de la vallée du Fier, les faciès du Turonien ne sont jamais détritiques ; ce sont toujours des calcaires fins sublithographiques (biomicrites). Il serait donc prudent d'envisager un âge coniacien pour ces faciès détritiques de la coupe H. les Globotruncana turoniennes qu'ils renferment étant très probablement remaniées.

REMARQUES PALÉONTOLOGIQUES.

Lorsqu'une association microfaunistique s'étend sur une large période, comme c'est le cas au cours du Turonien supérieur — Coniacien avec le groupe des *Globotruncana lapparenti, Globotruncana angusticarinata-renzi, Globotruncana sigali,* la présence d'un marqueur venant s'ajouter, même sporadiquement, à ce groupement permet de préciser le niveau. Par exemple, avec *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), nous entrons, en gros, dans le Coniacien. Avec *Globotruncana concavata primitiva* DALBIEZ, nous sommes déjà dans le Coniacien supérieur. Mais il est utile de signaler ici (nous avons travaillé uniquement sur des lames minces) que l'absence d'un marqueur dans une population évoluant peu, comme celle citée ci-dessus, peut être due à sa relative rareté, d'où son absence parfois dans la lame mince étudiée, et n'entraîne pas automatiquement l'attribution de cette lame mince au Turonien supérieur.

Cette constatation nous a conduit à faire figurer sur un tableau (fig. 5) pour chaque niveau de base des calcaires sublithographiques, en trait épais, la datation telle que la microfaune présente dans les lames minces permet de l'établir et, en trait fin, la datation probable telle qu'on peut la déduire par analogie des caractères micropaléontologiques et sédimentologiques des niveaux immédiatement sus jacents et adjacents.

IV. — Conclusions.

En collectant tous les résultats acquis par l'analyse des coupes décrites ci-dessus (fig. 5), il ressort que sur un calcaire à faciès urgonien plus ou moins gréseux d'âge bédoulien (zone V, R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968) reposent, séparés par une surface de discontinuité sédimentaire, soit des faciès bréchiques ou microbréchiques (coupes D, H), soit des faciès calcaires gréseux ou gréso-glauconieux azoïques (coupe F, probablement coupe E). Nous n'avons jamais observé une série semblable dans le massif des

Bornes au S de la vallée du Fier (J. CHAROLLAIS, 1963, 1966). L'association faunistique la plus récente découverte à la base de la formation des calcaires sublithographiques (coupes D et G), et qui date par conséquent la base de celle-ci, caractérise le Coniacien (la coupe H étant un cas particulier) et se compose des espèces suivantes :

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
Globotruncana lapparenti coronata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti inflata BOLLI ;
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU) ;
Globotruncana concavata primitiva (DALBIEZ) ;
Globotruncana angusticarinata GANDOLFI.

La base de la formation des calcaires sublithographiques n'a été datée avec certitude que dans les coupes D et G (fig. 5). Nous avons exposé plus haut les raisons qui nous incitent à attribuer également un âge coniacien à la base des calcaires sublithographiques dans les coupes A et B.

Dans les coupes E et F, la partie inférieure de cette formation est gréso-glauconieuse et azoïque, mais elle est directement surmontée par des faciès

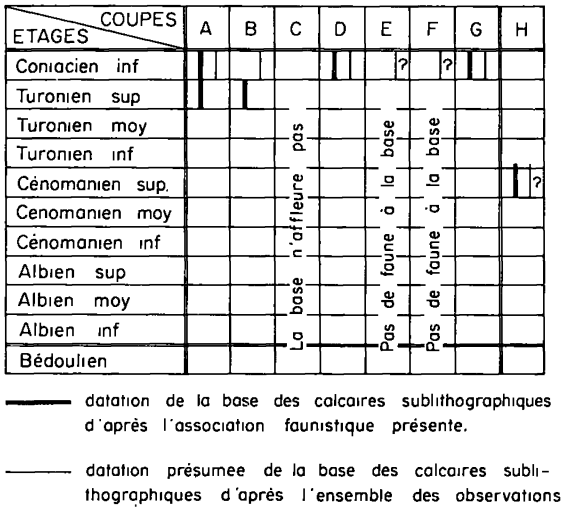

Fig. 5. — Datations de la base de la formation des calcaires sublithographiques du synclinal du Lindion.

d'âge coniacien, tout au moins dans la coupe F. Ces faciès gréso-glauconieux montrent certaines analogies avec ceux que l'on rencontre au N de la vallée du Fier et qui sont attribués à l'Abien moyen par les auteurs. Cependant, dans la partie centrale et septentrionale du massif des Bornes, au-delà de la vallée du Fier, ces faciès gréso-glauconieux parfois azoïques surmontent les faciès schisto-gréseux glauconieux (Albien inférieur ?) et sont surmontés par la « pseudobrèche » à nodules et fossiles phosphatés qui « correspond à la zone à *Rotalipora* et *Praeglobotruncana* » (J. CHAROLLAIS, 1966, p. 43). Or, dans le synclinal du Lindion, la brèche (ou plus exactement la microbrèche) qui surmonte les faciès gréso-glauconieux est coniacienne (tout au moins dans la coupe F). De plus, au N de la vallée du Fier, les calcaires urgoniens ne sont jamais surmontés directement par des faciès gréso-glauconieux azoïques, mais toujours par des schistes gréso-glauconieux parfois riches en Huîtres, sauf à Solaizon (coord. 915.15/122.00) ; mais ici, il s'agit de « grès grossier, glauconieux, peu phosphaté, à ciment calcaire » assez riche en micro faune et dont la base a pu être attribuée au Cénomanien (J. CHAROLLAIS, 1966, p. 43). En outre, au N de la vallée du Fier, les faciès gréso-glauconieux ont généralement un ciment calcitique plus abondant que ceux du synclinal du Lindion; là, ils renferment souvent des Térébratules, des Rhynchonelles et des Serpules ; ici, ils en semblent dépourvus.

En conclusion, les faciès gréso-glauconieux azoïques des coupes E et F ne peuvent être corrélés avec des faciès apparemment assez semblables attribués à l'Albien moyen par les auteurs et développés dans tout le massif des Bornes au N de la vallée du Fier. Par contre, il semble logique d'admettre que les grès glauconieux azoïques des coupes E et F du synclinal du Lindion résultent du délavage des faciès gréso-glauconieux d'âge albien suivant les auteurs, bien connus au N de la vallée du Fier dans tout le massif des Bornes. Dans les coupes E et F, ce délavage correspond probablement chronologiquement à l'importante phase de remaniement datée du Coniacien avec certitude, à environ 100 m latéralement (coupe D.).

Comme nous l'avons écrit plus haut, la base des « grès verts » du flanc occidental du synclinal III du Lindion renferme une association

microfaunistique caractéristique du Cénomanien supérieur Dans le synclinal de Solaizon, J. CHAROLLAIS (1966) a signalé des faciès semblables lithologiquement et chronologiquement. Nous considérons donc provisoirement que dans la coupe H, les faciès urgoniens d'âge bédoulien sont directement surmontés par des faciès bréchiques du Cénomanien supérieur. Au-dessus de ceux-ci, des faciès détritiques gréso-glauconieux renferment des associations microfaunistiques caractéristiques du Turonien inférieur, moyen et supérieur. Celles-ci sont très probablement remaniées si l'on considère la paléogéographie du massif des Bornes au Turonien. Elle fera d'ailleurs l'objet d'une étude prochaine.

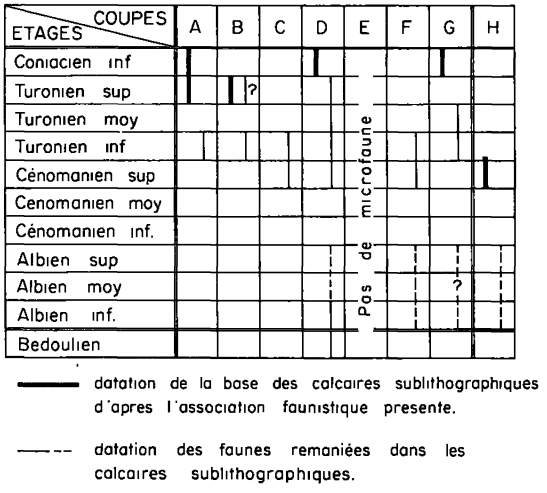

Fig. 6. — Inventaire des faunes remaniées reconnues dans la formation des calcaires sublithographiques du synclinal du Lindion.

Dans le synclinal du Lindion, la base de la formation des calcaires sublithographiques correspond à une phase de remaniement important qui se traduit par un mélange de galets, de microfaune et de macrofaune de différents âges. L'inventaire des galets et des faunes remaniés est le suivant (fig. 6) :

1. *Galets remaniés :*
   - — calcaires à faciès urgoniens : *Bédoulien ;*
   - — grès glauconieux phosphatés à ciment calcaire : *Albien ;*
   - — calcaires gréso-glauconieux : *Cénomanien supérieur ;*
   - — calcaires fins (biomicrites) : *Turonien inférieur.*
2. *Macrofaune remaniée :*

   Leymeriella regularis (BRUGUIÈRE) : *Albien inférieur.*
3. *Microfaune remaniée :*
   - — Association d'Orbitolinidés caractéristiques du *Bédoulien* (zone V, R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS, M. CONRAD, 1968).
   - — Association caractéristique du *Cénomanien :*

     Rotalipora cushmani (MORROW).
   - — Association caractéristique du *Turonien inférieur :*

     « Grosses Globigérines épineuses » ;
     Praeglobotruncana praehelvetica TRUJILLO ;
     Praeglobotruncana helvetica (BOLLI).
   - — Association caractéristique du *Turonien moyen :*

     Praeglobotruncana helvetica (BOLLI) ;
     Praeglobotruncana hagni SCHEIBNEROVA ;
     Globotruncana schneegansi (SIGAL).
   - — Association du *Turonien supérieur :*

     Globotruncana renzi GANDOLFI ;
     Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN ;
     Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER ;
     Globotruncana cf. *imbricata* MORNOD ;
     Praeglobotruncana inornata ? (BOLLI) ;
     Praeglobotruncana hagni SCHEIBNEROVA.

Il ressort de cet inventaire que dans des faciès d'âge coniacien, il est possible de reconnaître des témoins du Bédoulien, de l'Albien inférieur, de l'Albien *sensu lato,* du Cénomanien supérieur, du Turonien inférieur, moyen et supérieur. Par contre, nous n'avons jamais découvert de faunes du Cénomanien inférieur et moyen. D'autre part, dans la coupe H, si l'on suppose que la base des « grès verts » est d'âge cénomanien supérieur, il faut admettre des remaniements à cette époque pour expliquer le mélange d'associations microfaunistiques de l'Albien et du Cénomanien supérieur.

En conclusion, après l'étude de quelques coupes de la formation des calcaires sublithographiques dans le synclinal du Lindion, plusieurs problèmes se posent :

1° Cette région a-t-elle subi une ou plusieurs phases de remaniements ?

2° Ce ou ces remaniements et la discontinuité de sédimentation entre le sommet des calcaires urgoniens et la base des calcaires sublithographiques correspondent-ils à une transgression ou à une dénudation sous-marine de dépôts préexistants par des courants sous-marins ?

Une étude actuellement en cours sur les « grès verts » et les calcaires sublithographiques entre l'Arve et le Fier permettra de résoudre le premier problème. Quant à la deuxième question, il est difficile d'y répondre en se basant uniquement sur l'étude stratigraphique d'un aussi petit territoire que le synclinal du Lindion. Pourtant, nous sommes enclins à admettre que des faciès gréso-glauconieux se sont déposés après le Bédoulien et avant le Coniacien et que des remaniements sous-marins dus probablement à des courants ont délavé ce matériel détritique au Coniacien. En effet, d'une part nous n'avons jamais observé de discordance angulaire entre la base des calcaires sublithographiques et le sommet des calcaires urgoniens. D'autre part, dans les régions voisines du synclinal du Lindion (notamment au calvaire de Thônes), les « grès verts » de l'Albien des auteurs ne présentent aucun faciès côtier qui devrait exister si la région du synclinal du Lindion avait été émergée.

A propos de la « discontinuité de l'Albien et du Cénomanien » dans le faciès helvétique de la Suisse orientale, analogue en bien des points à la discontinuité entre les faciès d'âge coniacien et bédoulien du synclinal du Lindion, A. Heim (1909, p. 126) écrit : « Il ne s'agit pour moi que d'une récession du Cénomanien sur l'Albien, précédée d'une phase d'omission (et de dissolution) submarine. » C'est donc avec un schéma de sédimentation assez complexe qu'il faut expliquer les faciès de la base des calcaires sublithographiques si riches en remaniements.

Si l'étude du synclinal du Lindion nous a permis de connaître avec certitude l'âge de la base des calcaires sublithographiques erroné jusqu'alors, elle ne nous a cependant pas apporté suffisamment d'arguments pour reconstituer l'évolution paléogéographique de cette région du Bédoulien au Coniacien.

Ce travail a pu être effectué en partie grâce au Fonds national suisse de la Recherche scientifique, que nous tenons à remercier vivement.

BIBLIOGRAPHIE

Charollais (J.) (1963). — Recherches stratigraphiques dans l'Est du Massif des Bornes (Haute Savoie) (*Arch. Sc. Genève,* vol. 15, fasc. 4 et dernier, p. 631-732).

— (1966). — Note préliminaire sur le Crétacé moyen dans le Massif des Bornes (Haute-Savoie) (*C. R. Séances Acad. Sciences,* t. 262, p. 42-44).

Charollais (J.), Brönnimann (P.) et Neumann (M.) (1965). — Deuxième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur des environs de Genève. Signification stratigraphique et extension géographique de *Sabaudia minuta* (Hofker) (*Arch. Sc. Genève,* vol. 18, fasc. 3, p. 624 642).

Charollais (J.) et Wellhauser (F.) (1962). — Contribution à l'étude des Foraminifères des chaînes subalpines (Haute-Savoie, France) (*Bull. Ver. Schweizer, Petrol. - Geol. - Ing.,* vol. 28, n. 76, p. 21 38).

Conrad (M.) (1969). — Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève (*Ecl. geol. helv.,* vol. 62, n. 1, p. 1-79).

Doudoux (B.) (1967). — Nouvelle étude de la montagne du Semnoz près d'Annecy (*Ann. Centre Ens. sup. Chambéry, sect. Science,* n. 5, p. 121-143).

Heim (A.) (1909). — Sur les zones paléontologiques et lithologiques du Crétacé moyen dans les Alpes suisses (*Bull. Soc. Géol. France,* 4e série, t. IX, p. 101-127).

— (1924). — Ueber submarine Denudation und chemische Sedimente (*Geol. Rundschau,* Bd. 15, p. 1-47).

— (1958). — Oceanic Sedimentation and submarine Discontinuities (*Ecl. Geol. Helv.,* vol. 51, n. 3, p. 642 649).

JACOB (C.) (1908). — Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines (*Bull. Soc. Stat. Isère,* 4e série, t. X, p. 201-514).

JAYET (A.) (1928). — Sur l'âge de la partie inférieure des calcaires sublithographiques des Alpes calcaires de la Haute-Savoie (*C. R. S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève,* vol. 45, n. 3, p. 149-151.

— (1968). — Le problème des mélanges de faunes dans le Crétacé moyen des Alpes calcaires de Haute-Savoie (*C. R. S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève,* vol. 3, fasc. 1, p. 23-31).

JAYET (A.) et BÜTLER (H.) (1926). — Sur la stratigraphie du Crétacé moyen du Genevois (Haute-Savoie) (*C. R. S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève,* vol. 43, n. 3, p. 152-155).

JURGAN (H.) (1969). — Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen (*Geol. Rundschau,* Bd. 58, 2, p. 464-501).

MAILLARD (G.) (1889). — Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville et de la région comprise entre le Buet et Sallanches (Haute-Savoie) (*Bull. Serv. Carte Géol. France,* t. 1, n. 6, 64 p.).

MARTINI (J.) (1962). — Etude de la répartition des Nummulites priaboniennes et oligocènes dans les massifs des Bornes et des Bauges (Savoie) (*Arch. Sc. Genève,* vol. 15, fasc. 3, p. 509-525).

MORET (L.) (1934). — Géologie du massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie) (*Mém. Soc. Géol. France,* nouvelle série, mém. 22, 162 p.).

MORET (L.) et DELEAU (P.) (1960). — Notes de paléontologie savoisienne : découverte d'Ammonites dans le Berrias et l'Urgonien des environs d'Annecy (Haute-Savoie) (*Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble,* t. 36, p. 43-44).

SCHROEDER (R.) et CHAROLLAIS (J.) (1966). — Quatrième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. Sur quelques Orbitolinidae des faciès urgoniens (*Arch. Sc. Genève,* vol. 19, fasc. 1, p. 93-114).

SCHROEDER (R.), CHAROLLAIS (J.) et CONRAD (M.) (1968). — Essai de biozonation au moyen des Orbitolinidae dans les calcaires urgoniens de la Haute-Savoie et de l'Ain (France) (*C. R. Acad. Sc. Paris,* t. 267, p. 390-393).

SCHROEDER (R.), CONRAD (M.) et CHAROLLAIS (J.) (1968). — Sixième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. Contribution à l'étude des Orbitolinidae : *Valserina brönnimanni* SCHROEDER et CONRAD, n. gen., n. sp. ; *Paleodictyoconus barremianus* (MOULLADE) et *Paleodictyoconus cuvillieri* (FOURY) (*Arch. Sc. Genève,* vol. 20, fasc. 2, p. 199-221).